



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR EM
CIÊNCIAS HUMANAS

Adriana de Oliveira Leite Coelho

DOS REJEITOS AOS SUJEITOS: a tecnologia social a favor da pessoa com deficiência
em Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil

Florianópolis

2022

Adriana de Oliveira Leite Coelho

**DOS REJEITOS AOS SUJEITOS: a tecnologia social a favor da pessoa com deficiência
em Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutora em Ciências Humanas.

Orientadora: Profa. Dra. Eunice Sueli Nodari
Coorientador: Prof. Dr. Mauro Augusto dos Santos

Florianópolis
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Coelho, Adriana de Oliveira Leite

DOS REJEITOS AOS SUJEITOS : a tecnologia social a favor da pessoa com deficiência em Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil / Adriana de Oliveira Leite Coelho ; orientador, Eunice Sueli Nodari, coorientador, Mauro Augusto dos Santos, 2022.

236 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Ciências Humanas. 2. Tecnologia social. 3. Pessoas com Deficiência. 4. Rio Doce. 5. Desastre de Mariana. I. Sueli Nodari, Eunice . II. dos Santos, Mauro Augusto . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas. IV. Título.

Adriana de Oliveira Leite Coelho

DOS REJEITOS AOS SUJEITOS: a tecnologia social a favor da pessoa com deficiência em Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Sandro Dutra e Silva

Centro Universitário de Anápolis (PPSTMA/UniEVANGÉLICA)

Prof. Dr. Alexandre Sylvio Vieira da Costa

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (PPGTAS/UFVJM)

Prof. Dr. Javier Ignacio Vernal

Universidade Federal de Santa Catarina (PPGICH/UFSC)

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de doutora em Ciências Humanas.

Profa. Dra Eunice Sueli Nodari

Coord. do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas

Profa. Dra Eunice Sueli Nodari

Orientadora

Prof. Dr Mauro Augusto dos Santos

Coorientador

Florianópolis, 2022

Este trabalho é dedicado a Deus, a mim, ao meu esposo, Rômulo, aos meus filhos Laura e Leonardo, ao meu pai (*in memoriam*), a minha mãe e à Gracinha.

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer a Deus que, mesmo sem eu me dar conta disso, me conduziu no caminho certo, por meio de adversidades e pessoas especiais, me fortaleceu em meio às dificuldades e me deu saúde para pesquisar e trabalhar concomitantemente.

À Profa. Dra. Eunice Maria Nazareth Nonato e ao Prof. Dr. Haruf Salmen Espindola pela busca incessante pelo doutorado interinstitucional em parceria com a UFSC, que se concretizou graças à mobilização incondicional da professora Dra. Eunice Sueli Nodari.

À CAPES pela aprovação do DINTER/UFSC/UNIVALE.

Ao corpo docente da UFSC que abraçou a proposta do DINTER/UFSC/UNIVALE e se dispôs a lecionar em outro estado com devota dedicação.

Ao corpo técnico administrativo da UFSC pelo empenho e alegria em nos atender, facilitar e agilizar os processos.

Aos gestores da FPF por acreditarem nesta proposta e viabilizarem o DINTER/UFSC/UNIVALE.

Aos colegas do DINTER pelas inúmeras trocas de experiências e de conhecimento, pelos momentos vividos, pelos trabalhos em grupo, pelas brincadeiras no *whatsapp* e laços criados.

À minha querida orientadora, Profa. Dra. Eunice Nodari, que acreditou no meu potencial, sempre respeitando o meu perfil, mas me fazendo ver além das janelas da engenharia ao apresentar as diversas possibilidades por meio da adversidade e de outras áreas do conhecimento. Um aprendizado para a vida!

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Mauro Augusto dos Santos, que não mediu esforços para me atender, no meu tempo, contribuir na busca de dados tão importantes para esta pesquisa e sempre com apontamentos pertinentes.

Ao engenheiro civil Hugo Flávio Vasconcelos que despertou o meu olhar para a problemática do descarte inadequado do lodo da ETA de Governador Valadares (MG) no rio Doce.

Ao prof. Dr. Javier Vernal por apostar e contribuir com esta tese, ainda quando era um embrião. E, também, pelas relevantes e oportunas contribuições durante a qualificação.

À professora Débora Praxedes pelos pertinentes apontamentos durante a qualificação.

À amiga-irmã, Lissandra Lopes Coelho Rocha, com quem eu sempre pude contar e me apoiou em todo este percurso. Conciliar estudo, pesquisa e gestão foi desafiador para nós e só conseguimos porque pudemos nos apoiar. Sou uma pessoa de muita sorte por ter você como amiga.

Às amigas Viviane Carvalho e Marlene Temponi, sempre dispostas a me substituir durante as ausências para dedicação aos estudos e de entender os momentos laboriosos. É um privilégio ter duas assessoras zelosas e dedicadas em minha equipe.

À amiga Eunice Nonato, que sempre esteve disponível para me ouvir, que não me deixou desistir diante dos obstáculos e pelo apoio que sempre me ofereceu.

À amiga Jacqueline Vasconcelos, que dividiu comigo os momentos de angústia de uma engenheira em um doutorado interdisciplinar.

Aos professores André Rodrigues e Diego Jeangregório, do curso de Direito da Univale, pelas valiosas contribuições e tempo disponibilizado nos direcionamentos e discussões das legislações.

Ao professor Edmarcius Carvalho Novaes pelo empréstimo de livros, indicação de referências e contribuições com a discussão sobre a pessoa com deficiência.

À gestão do SAAE por disponibilizar o lodo da ETA para o desenvolvimento desta pesquisa, execução dos ensaios e análise dos resultados.

Ao Flausino Neves Botelho, motorista da FPF, que gentilmente buscou o lodo da ETA que foi utilizado nesta pesquisa.

Ao professor e engenheiro civil Rulliam de Oliveira Vidigal, pela gentileza em disponibilizar o laboratório e equipe da sua empresa para realização de todos os ensaios inerentes à engenharia civil, bem como, seu tempo para a discussão dos resultados. Foi um verdadeiro irmão!

Ao Prof. Dr. Pedro Marçal, do curso de Farmácia da Univale, pela realização dos ensaios de análise microbiológica do lodo da ETA e indicação de referências que embasaram a discussão do tema.

Ao Prof. Maykon Dias Cezário, do curso de Agronomia da Univale, pela indicação e articulação com o laboratório para realização dos ensaios de caracterização química do lodo.

Ao Prof. Dr. Marcos Gleidson, do curso de Agronomia da Univale, pela preciosa contribuição quanto ao entendimento do comportamento do solo na presença dos compostos químicos, especificamente os fenóis.

Ao Prof. Guilherme Letizio, do curso de Arquitetura e Urbanismo, pela orientação das estagiárias do Escritório Modelo na concepção do projeto-piloto de Acessibilidade do

Estacionamento dos Blocos E1 e F16. Da mesma maneira, às estagiárias Poliana Luiza de Souza Andrade e Gabrielle de Souza Onofre pela elaboração da planta layout, corte transversal e modelo tridimensional deste projeto.

Ao Prof. Fernando Rezende pelo levantamento topográfico realizado na área do estacionamento.

À bibliotecária Carolina Cândido Pereira, por sempre nos auxiliar na busca das referências bibliográficas no acervo da Univale.

Às secretárias Jozeli Medeiros e Taiane Colares pelo apoio em todos os momentos.

Ao Rômulo, meu amado esposo, por ser tão incrível e por cuidar de mim o tempo todo. Tudo o que conquistei até aqui só foi possível porque você esteve comigo, segurou a minha mão e me mostrou o quanto posso voar alto.

À Laura e ao Léo, por serem os melhores filhos do mundo e compreenderem a minha ausência nestes anos de dedicação ao doutorado. Vocês são pessoas raras!

À Gracinha, pelas inúmeras vezes que foi a mãe da Laura e do Léo, minha eterna gratidão.

À minha mãe, exemplo de estudo e dedicação à educação.

Toda adversidade traz consigo a semente de uma vantagem equivalente.

(HILL, 2020, p. 46)

RESUMO

Esta tese nasce da necessidade de propiciar melhoria de condições de vida em relação a duas adversidades concomitantes. Em primeiro lugar, minimizar o impacto ambiental causado pelo rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão, em Mariana, e que afetou Governador Valadares, ambos municípios de Minas Gerais. Em segundo lugar, contribuir com a garantia do direito de ir e vir da pessoa com deficiência física na Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE). A questão que permeia e une as múltiplas dimensões desta pesquisa é a seguinte: seria possível agrupar essas duas adversidades e propor ações e/ou tecnologias sociais a favor da inclusão social, bem como da preservação dos recursos hídricos? Portanto, o objetivo do trabalho é o de pesquisar sobre as possibilidades de uso do lodo proveniente da estação de tratamento de água (ETA) do município de Governador Valadares, que contém rejeitos de mineração e destino inadequado, em misturas com solos, utilizando-as na construção de pavimentação, especificamente em obras destinadas a aumentar a acessibilidade aos espaços da UNIVALE para pessoas com deficiência, configurando-se como tecnologia em prol da transformação social e na proteção ao meio ambiente. A metodologia utilizada consistiu em pesquisa bibliográfica e documental, além da utilização de dados secundários provenientes dos censos demográficos brasileiros (2000 e 2010) e informações dos bancos de dados da UNIVALE sobre as pessoas com deficiência. Compreendeu também pesquisa experimental para estudo dos materiais coletados, lodo e solos, por meio de ensaios de laboratório e aplicação de normas técnicas para avaliação da viabilidade técnica e ambiental. O cronograma para realização dos ensaios experimentais sofreu alteração devido ao distanciamento social provocado pela Pandemia da COVID-19. Após acuradas avaliações técnicas e específicas de laboratório, os resultados mostraram a exequibilidade do uso dos resíduos do tratamento da água, o lodo da ETA, em misturas com solo para pavimentação. O uso dessa tecnologia social possibilita uma maior acessibilidade às pessoas com deficiência que transitam no ambiente acadêmico da Universidade Vale do Rio Doce, bem como, contribuem com a proteção ao meio ambiente, dando destino adequado ao lodo. Trata-se, portanto, do uso de tecnologia social em benefício do meio ambiente e das pessoas, em especial, daquelas com deficiência física.

Palavras-chave: Tecnologia social. Pessoas com Deficiência. Rio Doce. Desastre de Mariana.

ABSTRACT

This thesis was born from the need to improve living conditions in relation to two concomitant adversities. First, to minimize the environmental impact caused by the failure of the Fundão Tailings Dam, in Mariana, which affected Governador Valadares, both municipalities in Minas Gerais. Second, to contribute to guaranteeing the right to come and go for people with physical disabilities at Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE). The question that permeates and unites the multiple dimensions of this research is the following: would it be possible to group these two adversities and propose social actions and/or technologies in favor of social inclusion, as well as the preservation of water resources? Therefore, the objective of the work is to research on the possibilities of using the sludge from the water treatment station (WTS) of the municipality of Governador Valadares, which contains mining tailings and inappropriate destination, in mixtures with soils, using them in the construction of paving, specifically in works aimed at increasing accessibility to UNIVALE spaces for people with disabilities, configuring itself as a technology in favor of social transformation and protection of the environment. The methodology used consisted of bibliographic and documentary research, in addition to the use of secondary data from the Brazilian demographic censuses (2000 and 2010) and information from the UNIVALE databases on people with disabilities. It also included experimental research to study the collected materials, sludge and soils, through laboratory tests and application of technical standards to assess technical and environmental feasibility. The schedule for carrying out the experimental tests has changed due to the social distance caused by the COVID-19 Pandemic. After accurate technical and specific laboratory evaluations, the results showed the feasibility of using waste water treatment, the WTS sludge, in mixtures with soil for paving. The use of this social technology allows for greater accessibility for people with disabilities who transit in the academic environment of the Universidade Vale do Rio Doce, as well as contributing to the protection of the environment, giving an adequate destination to the sludge. It is, therefore, the use of social technology for the benefit of the environment and people, especially those with physical disabilities.

Keywords: Social technology. Disabled people. Rio Doce. Mariana disaster.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípios básicos que nortearam os movimentos a definirem a terminologia “pessoas com deficiência”.....	50
Figura 2 – Trajetória das principais terminologias utilizadas ao longo da história da atenção às pessoas com deficiência no Brasil.	51
Figura 3 – <i>Campus</i> Armando Vieira.....	65
Figura 4 – <i>Campus</i> Antônio Rodrigues Coelho.....	65
Figura 5 – Localização da Bacia do rio Doce.....	77
Figura 6 – Distrito de Bento Rodrigues, no município de Mariana, MG, antes do rompimento da Barragem de Fundão, em novembro de 2015.	86
Figura 7 – Distrito de Bento Rodrigues, no município de Mariana, MG, depois do rompimento da Barragem de Fundão, em novembro de 2015.	86
Figura 8 – Reserva e Produção Anual de Minério de Ferro no Brasil.....	90
Figura 9 – Participação das principais substâncias metálicas no valor da produção mineral comercializada – 2016.	91
Figura 10 – O Quadrilátero Ferrífero (MG).	95
Figura 11 – Processo de tratamento de água convencional.	104
Figura 12 – Histórico de enchentes em Governador Valadares (MG).	110
Figura 13 – Perfil longitudinal geológico-geomorfológico ao longo do rio.....	111
Figura 14 – Mosaico dos rastros da lama em diversas ruas inundadas pela enchente de 2020.	113
Figura 15 – Local selecionado para realizar a intervenção-piloto.	123
Figura 16 – Anteprojeto de Arquitetura – Acessibilidade Estacionamento Blocos E1 e F16.	124
Figura 17 – Corte transversal AA e BB.....	126
Figura 18 – Modelo Tridimensional (3D) do Estacionamento e Calçada Blocos E1 e F16...	126
Figura 19 – Seção transversal de um pavimento.	128
Figura 20 – Planejamento da fase experimental.	132
Figura 21 – Identificação dos materiais utilizados.	133
Figura 22 – Coleta das amostras de solo do subleito - Solo I.....	134
Figura 23 – Pontos de coletas das jazidas de solo e respectivas coletas.	135
Figura 24 – Amostra de Saibro.....	136

Figura 25 – Vista do Sistema Produtor ETA Central.	138
Figura 26 – Processo de secagem do lodo e destorroamento.	138
Figura 27 – Ensaio de Compactação dos Solos I, II e III.	140
Figura 28 – Descrição das misturas e seus respectivos ensaios laboratoriais.	141
Figura 29 – Misturas de Solo (I, II, III, Saibro) + Lodo.	141
Figura 30 – Caracterização Mecânica das Misturas de Solo (I, II, III, Saibro) + Lodo.	142
Figura 31 – Diâmetro dos grãos conforme normas específicas.	145
Figura 32 – Técnica de Número mais provável (NMP).	161
Figura 33 – Etapas para dimensionamento do pavimento.	162
Figura 34 – Espessuras da sub-base.	165
Figura 35 – Detalhe do dimensionamento do pavimento	166

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de pessoas com deficiência no Brasil.	35
Gráfico 2 – Número de pessoas com deficiência em Minas Gerais.	36
Gráfico 3 – Número de pessoas com deficiência em Governador Valadares.	38
Gráfico 4 – Controle de cumprimento da cota de pessoas com deficiência pela FPF/Univale.	69
Gráfico 5 – Matrículas de graduação declaradas com algum tipo de deficiência, transtorno global de desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação em 2016.	71
Gráfico 6 – Concluintes de graduação considerando a declaração de deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação em 2016.	72
Gráfico 7 – Variação do volume de água tratado pelo SAAE.....	115
Gráfico 8 – Turbidez da Água Bruta (UNT).	117
Gráfico 9 – Variação dos valores de massa de sólidos secos por mês.	120
Gráfico 10 – Curvas de distribuição de tamanho da partícula.....	144
Gráfico 11 – Curvas de compactação das Jazidas e Saibro.....	147
Gráfico 12 – Curvas de compactação das jazidas e saibro com adição de lodo.....	148
Gráfico 13 – Curva de Compactação do Solo I - Univale.....	150

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de consistência e classificação dos solos.....	145
Tabela 2 – Granulometria do lodo da ETA.	146
Tabela 3 – Umidade ótima e densidade máxima dos solos e misturas com lodo da ETA.	148
Tabela 4 – Comparativo do volume necessário de cada solo (Jazida I e Saibro).....	149
Tabela 5 – Resultados dos ensaios de CBR e expansão dos solos sem adição de lodo.	150
Tabela 6 – Recomendações DNIT (2006).	151
Tabela 7 – Resultados dos ensaios de CBR e expansão dos solos com adição de lodo.	151
Tabela 8 – Resultados da Análise Química.	152
Tabela 9 – Resultados da Análise Química – Metais.	154
Tabela 10 – Espessura e resistência dos blocos de revestimento.	166

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Agenda ESG	Agenda Environmental, Social and Governance
AGNU	Assembleia Geral das Nações Unidas
APHA	American Public Health Association
CBH-DOCE	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce
CBR	California Bearing Ratio
CBRTS	Centro Brasileiro de Referência em Tecnologia Social
CEAQFe	Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSUNI	Conselho Universitário
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
CORDE	Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência
CPMI	Comissão Parlamentar Mista de Inquérito
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DINTER	Doutorado Interinstitucional
DM	Deficiência Mental
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DNPM	Desenvolvimento Neuropsicomotor
DP	Departamento de Pessoal

DUDH	Declaração Universal dos Direitos Humanos
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Espaço A3	Espaço de Apoio ao Aluno
ETA	Estação de Tratamento de Água
EUA	Estados Unidos da América
FPF	Fundação Percival Farquhar
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
GIAIA	Grupo Independente para Avaliação do Impacto Ambiental
GV	Governador Valadares
HRB	Highway Research Board
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IP	Índice de Plasticidade
ISC	Índice de Suporte Califórnia
ITS	Instituto de Tecnologia Social
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LETA	Lodo de Estação de Tratamento de Água
LL	Limite de Liquidez
LOAS	Lei Orgânica de Assistência Social
LP	Limite de Plasticidade
LST	Lauril sulfato triptose
MG	Minas Gerais
MIT	Minas Instituto de Tecnologia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério das Minas e Energia

M.O.	Matéria Orgânica
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
NMP	Número Mais Provável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PAOPE	Polo de Assistência Odontológica ao Paciente Especial
PcD	Pessoas com Deficiência
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PERD	Parque Estadual do Rio Doce
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
PIRH	Plano Integrado de Recursos Hídricos
PNM	Plano Nacional de Mineração
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROUNI	Programa Universidade para Todos
PTTA	Programa de Transferência de Tecnologia Apropriada
RBMF	Rejeito de Barragens de Minério de Ferro
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SD	Síndrome de Down
SEDESE	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social e Esportes
SESP	Serviço Especial de Saúde Pública
SN	Síndrome de Noonan
SUS	Sistema Único de Saúde
SW	Síndrome de West
TA	Tecnologia Apropriada
TCE	Traumatismo Craniano Encefálico
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade
TI	Tecnologia Intermediária

TS	Tecnologia Social
UBS	Unidades Básicas de Saúde
UEMG	Universidade do Estado de Minas Gerais
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
USEPA	United States Environmental Agency
UNIVALE	Universidade Vale do Rio Doce
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
1 “NO MEIO DO CAMINHO TINHA UMA PEDRA”: A CONSTRUÇÃO DOS DIREITOS DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AO LONGO DA HISTÓRIA	25
1.1 PESSOAS COM DEFICIÊNCIA: ASPECTOS HISTÓRICOS	25
1.2 PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO BRASIL, EM MINAS GERAIS E EM GOVERNADOR VALADARES	35
1.3 LEGISLAÇÃO FEDERAL: ABORDAGENS PARA AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA	38
1.3.1 Pessoas com deficiência: ordem legislativa	38
1.3.2 Pessoas com deficiência: o marco da legislação	40
1.3.3 Pessoas com deficiência: evolução da legislação	42
1.4 LEGISLAÇÃO ESTADUAL DE MINAS GERAIS: ABORDAGENS PARA AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA	52
1.5 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL: ABORDAGENS RELACIONADAS ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA	59
2 O CASO DA UNIVALE	64
2.1 O CONTEXTO DA PESQUISA	64
2.2 PERFIL DE ALUNOS E FUNCIONÁRIOS DA UNIVALE COM DEFICIÊNCIA	67
2.3 PLANO INSTITUCIONAL DE INCLUSÃO E ACESSIBILIDADE	71
3 O DESASTRE SOCIOAMBIENTAL EM MARIANA	76
3.1 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE	76
3.2 CONTEXTUALIZANDO O DESASTRE OCORRIDO EM MARIANA	82
3.3 A MINERAÇÃO E SEUS REJEITOS	88
4 USO DE UMA TECNOLOGIA SOCIAL COMO SOLUÇÃO	103
4.1 DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)	103
4.1.1 Processos de tratamento de água	103
4.1.2 Características do lodo	106
4.1.3 Disposição do lodo	107
4.1.4 Aplicação do lodo	108
4.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE GOVERNADOR VALADARES: CONTEXTUALIZAÇÃO	109
4.3 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	122
4.3.1 Lodo da ETA	127
4.3.2 Pavimentos	127
4.4 TECNOLOGIA SOCIAL	129

4.4.1 Evolução histórica	130
4.4.2 Características da Tecnologia Social	131
4.4.3 Materiais e Metodologias	132
4.4.4 Resultados	143
<i>4.4.4.1 Caracterização física</i>	143
<i>4.4.4.2 Caracterização mecânica</i>	147
<i>4.4.4.3 Caracterização química e ambiental</i>	151
4.4.5 Dimensionamento do pavimento	162
CONSIDERAÇÕES FINAIS	168
REFERÊNCIAS	171
ANEXO A – Caracterização Física e Mecânica dos Solos	191
ANEXO B – Caracterização Química e Ambiental	220
ANEXO C – Termo de Abertura de Projeto	239

INTRODUÇÃO

Assim como a bigorna forja o ferro, dando-lhe formas e funções, resultando, em último momento, na solução de diversos problemas, esta tese nasce da necessidade de propiciar melhoria de condições de vida em relação a duas adversidades concomitantes. Em primeiro lugar, minimizar o impacto ambiental causado pelo rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão, em Mariana, Minas Gerais, que afetou a cidade de Governador Valadares, situada neste mesmo estado. Em segundo lugar, contribuir com a garantia do direito de ir e vir da pessoa com deficiência física na Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE). Posto isso, a questão que permeia e une as múltiplas dimensões desta pesquisa é a seguinte: seria possível agrupar essas duas adversidades e propor ações e/ou tecnologias sociais a favor da inclusão social, bem como da preservação dos recursos hídricos?

No quinto dia de novembro de 2015, a barragem de Fundão, em Mariana, de propriedade da Samarco Mineração S/A, rompeu-se e liberou, segundo Laudo Preliminar do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 34 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (IBAMA, 2015). Em virtude disso, conforme publicado no site da Samarco¹, o abastecimento de água ficou comprometido em nove cidades, devido à pluma de rejeitos que, momentaneamente, prejudicou a captação direta de água do rio Doce. Entre essas cidades, Governador Valadares, Minas Gerais, foi uma das que teve a captação de água do rio interrompida, algo que perdurou por onze dias consecutivos.

Após o restabelecimento da captação da água, que teve a necessidade de um tratamento mais acurado, surgiram incertezas quanto à qualidade deste recurso hídrico, uma vez que o rio Doce recebeu um enorme volume de rejeitos de mineração, tendo em sua composição a presença de metais pesados. Esse desastre, além de seus efeitos catastróficos, serve como uma amostra reveladora da magnitude da atividade mineradora no Brasil e como representa a perplexidade a requerer uma resposta para a sociedade em crise com o seu ambiente, sendo um desafio no cumprimento das promessas da sociedade moderna. Segundo Santos (2001, p. 17), “os desafios quaisquer que eles sejam, nascem sempre de perplexidades produtivas”, estabelecendo a aplicação do conhecimento emancipatório que reivindica a participação efetiva, ou seja, a atuação na realidade social sob o princípio da solidariedade.

¹ Disponível em: <<https://www.samarco.com/rompimento-de-fundao/>>. Acesso em: 23 de jul. 2018.

Em 2016, por exemplo, as substâncias da classe dos metálicos responderam por cerca de 77% do valor total da produção mineral comercializada. Entre essas substâncias, oito destacam-se por corresponderem a 98,6% do valor da produção comercializada da classe, quais sejam: alumínio, cobre, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro (DNPM, 2017). Entre os metais que se destacam está o ferro, que corresponde a 63,4% da produção mineral comercializada. De acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a produção anual brasileira de minério de ferro está em torno de 430 milhões de toneladas, competindo a Minas Gerais 68,5% deste valor (DNPM, 2016).

Diante desta realidade, há uma grande preocupação em relação ao destino do lodo residual gerado na Estação de Tratamento de Água (ETA) do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Governador Valadares, uma vez que, atualmente, esse material retorna para o rio Doce, que é única fonte de abastecimento do município. A disposição final desse resíduo diretamente no manancial, sem tratamento adequado, prejudica a qualidade da água, impactando-a negativamente, além de acarretar o assoreamento do rio Doce. Por tudo isso, a permanente noção do risco e o sentimento de incerteza se dá ao longo de toda a Bacia, o que não seria diferente no município de Governador Valadares.

Na perspectiva de Giddens (1991, p. 12), o acúmulo dos conhecimentos científicos não determina a redução das incertezas, até por conta dos cenários dramáticos que vão se estabelecendo na realidade em função da limitação dos recursos naturais, a demonstrar a efemeridade da segurança, própria de uma sociedade consumista e individualista, a trazer “o medo do futuro ao invés de fornecer os meios de dominá-lo” (GIDDENS 2002, p. 72). E essa dominação requer a busca pelo conhecimento das inúmeras áreas, numa interdisciplinaridade que não ignora a existência do risco iminente e, nas palavras de Leff (2012, p. 39), não se relaciona somente com os interesses e as articulações das ciências existentes, mas, sim, com as ideologias e teorias que produzem sentidos e mobilizam ações sociais para construção de outra racionalidade social.

Em face dessa adversidade, nasce a proposta de empregar o lodo da ETA de Governador Valadares como tecnologia social, para uso na construção de pavimentação visando propiciar à pessoa com deficiência física amplo acesso aos locais, serviços, entre outros, disponíveis na UNIVALE.

Tal público visado nesta investigação – a pessoa com deficiência – não pode ser ignorado pelo Poder Público como também pelas instituições, a começar devido à sua

representatividade numérica. Os dados do Censo Demográfico de 2010² mostravam que 32,17% da população brasileira – com os seus 190.755.799 habitantes e distribuída em 5.565 municípios – possuía algum tipo de deficiência. Entre essas deficiências, a motora correspondia a 6,95% (IBGE, 2010). Tendo em vista essa realidade social, muito se tem debatido sobre os direitos das pessoas com deficiência, sendo possível notar um importante avanço nas ações e tecnologias em defesa da inclusão social. Diante disso, a acessibilidade desses sujeitos na universidade é um importante instrumento de inclusão.

Considerando que o lodo gerado na ETA do município de GV tem características peculiares que influenciam nas suas propriedades, em que medida é possível utilizá-lo como material agregado na pavimentação e adequação de vias, em obras destinadas a garantir a acessibilidade de pessoas com deficiências aos espaços da Univale?

Portanto, a tese tem como objetivo precípuo pesquisar sobre as possibilidades de uso do lodo proveniente da ETA do município de Governador Valadares, em misturas com solos, na construção de pavimentação, especificamente em obras destinadas a aumentar a acessibilidade aos espaços da UNIVALE para pessoas com deficiência, configurando-se como tecnologia em prol da transformação social e na proteção do meio ambiente.

Para esta análise, foram identificadas as propriedades físicas e químicas desse referido lodo residual. Em seguida, foram analisadas as propriedades físicas, mecânicas e ambientais do material produzido com este resíduo. Também foi caracterizado o perfil das pessoas com deficiência do município de Governador Valadares e da UNIVALE.

Para atingir o objetivo desta pesquisa, a metodologia utilizada consistiu em pesquisa bibliográfica e documental, além da utilização de dados secundários provenientes dos censos demográficos brasileiros (2000 e 2010) e informações dos bancos de dados da UNIVALE. Compreendeu, também, pesquisa experimental, para estudo dos materiais coletados, lodo, por meio de ensaios de laboratório e aplicação de normas NBR³ da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para avaliação da viabilidade técnica. E, considerando que as características e propriedades dos materiais afetam o comportamento das misturas – e a seleção dos materiais para a sua produção não é simples, em virtude das variações nas composições e propriedades dos agregados, do rejeito e do lodo da ETA –, foram apresentadas as características dos materiais deste estudo, bem como a dosagem e a metodologia dos ensaios de avaliação do seu comportamento. A escolha dos materiais foi

² O último censo demográfico realizado no Brasil foi em 2010. O Censo Demográfico de 2020 ainda não foi realizado em razão da pandemia Covid-19, estando previsto para ir a campo ainda em 2022.

³ Norma Brasileira.

parte integrante do processo e teve como base não somente os ensaios usuais de caracterização, mas também de composição química.

Para chegar ao resultado encontrado, foram necessários estudos que apontassem a viabilidade de utilizar o lodo como elemento para construção civil, por se tratar de material contaminado com metais pesados. Os ensaios laboratoriais foram, portanto, fundamentais na construção da tecnologia social, empregando substância contaminante, se inadequadamente descartada, agora, como componente de material construtivo adequado ao emprego ao qual foi proposto. Portanto, trata-se de um novo produto possível de ser produzido a partir do aproveitamento em sub-base para pavimentação.

O rio Doce, que banha o município de Governador Valadares, após o advento do rompimento da Barragem de Fundão, apresentou enorme assoreamento. Isso tornou a sua calha menor, com evidências de depósito de lama no seu leito. Em janeiro de 2020, em função das fortes chuvas na região de sua nascente, Governador Valadares vivenciou nova tragédia, agora representada pelo transbordo de água, ainda contaminada pelos rejeitos, que invadiu as ruas e casas das regiões ribeirinhas, trazendo doenças e perdas materiais. Já em março daquele mesmo ano, antes mesmo de se recuperar completamente, a população passou a enfrentar a pandemia do Covid-19. A cidade já devastada pelas enchentes, com lama contaminada, passou a enfrentar o inimigo desconhecido e mortal, Covid-19. Se em todo o mundo a pandemia trouxe danos econômicos e perdas de vidas, Valadares nas condições em que recebeu a contaminação viral, sofreu muito mais. Não por acaso, apresentou o maior índice de mortalidade e letalidade dentre as cidades com mais de 50 mil habitantes em Minas Gerais⁴.

Neste cenário, encontra-se a Univale, com grande universo de alunos carentes que ficaram expostos a perda de empregos e rendas, em função do desaquecimento do comércio e prestação de serviço, importantes fontes econômicas do município. Ademais, os longos períodos de paralisação acadêmica comprometeram o cronograma dos testes e ensaios experimentais e laboratoriais desta pesquisa. Para dirimir este contratempo, utilizamos o laboratório da Empresa Solos Sondagens e Engenharia Ltda para os ensaios de estudos físicos e mecânicos dos solos, e dos laboratórios Safrar - Análises Agrícolas e Engenharia Química e Ambiental- para estudos químicos e ambientais do lodo da ETA.

No que concerne à organização textual desta tese, além da parte introdutória e da conclusão, temos quatro capítulos que, apesar de possuírem suas particularidades, são complementares entre si. No primeiro capítulo, será descrito o contingente populacional

⁴ Disponível em: <https://coronavirus.saude.mg.gov.br/images/boletim/11-novembro/Boletim_Especial_URS_Governador_Valadares_N%C2%BA_18.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2022.

representado pelas pessoas com deficiência no Brasil, em Minas Gerais e em Governador Valadares e os aspectos históricos da construção dos direitos dessas pessoas e as suas abordagens nas legislações federal, estadual e municipal. Dessa forma, busca-se traçar um panorama da realidade vivenciada por essa categoria populacional, o que leva, ao mesmo tempo, a uma reflexão e conscientização sobre a discriminação a que essas pessoas estão sujeitas e maneiras de superá-las.

No segundo capítulo, será evidenciada a situação das pessoas com deficiência na UNIVALE. Primeiramente, apresenta-se a UNIVALE em todos os seus aspectos, em seguida, o perfil de alunos e funcionários com deficiência, bem como o Plano Institucional de Inclusão e Acessibilidade.

Para melhor compreender a relevância desta pesquisa e a importância do destino e uso adequado do lodo, o terceiro capítulo abordará os impactos socioambientais do desastre ocorrido em Mariana sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Nesse mesmo capítulo, será feita uma descrição da bacia desse rio, dos impactos da mineração, bem como das possibilidades de uso dos rejeitos dessa atividade econômica na construção civil.

Para finalizar, no quarto capítulo, será apresentada a proposta de intervenção – como projeto-piloto – que objetiva fazer uso do lodo residual da ETA do município de Governador Valadares para a construção de vias de acesso para pessoas com deficiência. A discussão se estrutura em relação a possibilidade de uso deste lodo como tecnologia, como solução ambiental e social. No mesmo capítulo, será focado o sistema de abastecimento de água do município, destacando a importância dela como recurso vital e considerando o acesso à água com qualidade como um direito fundamental. Ademais, esse capítulo tratará sobre a disposição final do lodo da ETA e as suas implicações. Por fim, apresentará a tecnologia social, que pode tornar-se um relevante projeto com função social.

1 “NO MEIO DO CAMINHO TINHA UMA PEDRA”: A CONSTRUÇÃO DOS DIREITOS DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AO LONGO DA HISTÓRIA

1.1 PESSOAS COM DEFICIÊNCIA: ASPECTOS HISTÓRICOS

Se você deixa de ver a pessoa, vendo apenas a
deficiência, quem é o cego?
Se você deixa de ouvir o grito do seu irmão para a
justiça, quem é o surdo?
Se você não pode comunicar-se com sua irmã e a
separa, quem é o mudo?
Se sua mente não permite que seu coração
alcance seu vizinho, quem é o deficiente mental?
Se você não se levanta para defender os direitos
de todos, quem é o aleijado?
A atitude para com as pessoas deficientes pode
ser nossa maior deficiência...
E a sua também.
(Autor desconhecido)

Este capítulo analisa a construção dos direitos das pessoas com deficiência ao longo da história. Destacamos, na epígrafe, o poema que provoca uma reflexão acerca da separação que se faz entre pessoas com e sem deficiência em nossa sociedade. Não há como negar a dificuldade de se dar notoriedade e importância às questões que cercam as pessoas com deficiência, considerando a ineficiência das políticas públicas. Assim, faz-se necessário apresentar o caminho percorrido por essas pessoas ao longo da história da humanidade, visto que as conquistas dos direitos humanos estão arraigadas em fatos históricos.

Ao resgatar a narrativa histórica, notam-se a concepção e tratamento dado à deficiência nos diferentes períodos históricos. É possível entender que a pessoa com deficiência sempre foi compreendida a partir de conceitos condizentes com as condutas/costumes/hábitos da sociedade à época. Estas visões de mundo estão alicerçadas em padrões religiosos, familiares, sociais, econômicos e culturais.

A história retrata que os primeiros seres humanos viviam da caça, de onde provinham o sustento e tiravam peles para a proteção contra o frio, não havendo registro de construções que os protegessem do clima e animais. Em virtude disso, acredita-se que as pessoas com deficiência não sobreviviam nesses ambientes adversos (DIRCHER e TREVISAM, 2014).

Como esta população dependia totalmente da natureza para sobreviver e não tinha habitação fixa, os deslocamentos eram constantes. Portanto, a autossuficiência e a colaboração com o grupo eram vitais. Afirmam Bianchetti e Freire (2010):

É evidente que alguém que não se enquadra no padrão social e historicamente considerado normal, que seja decorrente do seu processo de concepção e nascimento ou impingido na luta pela sobrevivência, acaba se tornando um empecilho, um peso morto, fato que o leva a ser relegado, abandonado, sem que isso cause os chamados sentimentos de culpa característicos da nossa fase histórica (BIANCHETTI; FREIRE 2010, p. 28).

Assim, entre os povos primitivos, a deficiência era representada como um obstáculo à sobrevivência da pessoa que a dispunha, bem como à subsistência da coletividade. A despeito disso, destaca-se que embora a autossuficiência e a colaboração com o grupo tenha sido uma característica da fase dos povos antigos, é possível perceber que elas permanecem sendo importantes para adaptabilidade social das pessoas com deficiência.

Já para Silva (1987) nada se pode afirmar quanto à vida de pessoas com deficiências físicas ou mentais no mundo primitivo, a não ser conjecturas baseadas em discretos vestígios. Pressupõe que é possível imaginar o ambiente daquela época e como isso significaria para a sobrevivência de todos os seres humanos.

No entanto, Silva destaca dois grupos humanos, o Neanderthal, um dos primeiros habitantes da caverna, que praticava poucos cuidados básicos de higiene e organização, e, também, o Cro-Magnon que aprendeu a construir abrigos temporários de peles de animais mortos. O autor ressalta que o segundo grupo iniciou os registros do mundo à sua volta, dos animais que caçava e que o ameaçava. Ele ratifica que agilidade, força e domínio do corpo eram fundamentais para a sobrevivência de todos. Além disso, menciona que nos desenhos registrados por esse grupo existem contornos de muitas mãos, até mesmo, com falta de dedos (SILVA, 1987).

Como a sobrevivência do ser humano primitivo que vivia da caça e dependia da sua inteligência, da habilidade de atuar em grupos e de uma capacidade física integral, Silva (1987) também acredita ser difícil que pessoas com deficiência física sobrevivessem naquela época.

A “invisibilidade” da pessoa com deficiência é herança das sociedades primitivas as quais foram marcadas por um sistema coletivo de produtividade e posse voltado para atender às necessidades emergentes de subsistência material e de segurança. Sendo assim, pessoas com deficiência e incapazes de desenvolverem os trabalhos diários eram rejeitadas ou abandonadas, pois não havia uma organização social que oferecesse possibilidades de interação social ou conhecimento quanto a isso. Entendia-se que as deficiências não eram um

problema, bastando eliminar as pessoas que eram (DIRCHER e TREVISAM, 2014; SOUZA, 2014).

Na Grécia Antiga, as pessoas com deficiência continuaram sendo consideradas como um problema ao desenvolvimento daquela sociedade. Apesar disso, a compreensão utilitarista da deficiência evoluiu devido às mudanças sociais e políticas e do progresso em diferentes áreas.

Bianchetti e Freire (2010) relatam que os paradigmas, modelos que atravessaram os séculos e influenciaram a percepção do mundo pela sociedade cristã ocidental, surgiram na sociedade grega. Um desses paradigmas é o espartano o qual valorizava cidadãos modelos de soldados e a beleza e força das mulheres como pré-condições para gerar guerreiros. Ainda destacam que as crianças que nascessem com algum tipo de deficiência, eram eliminadas.

O outro paradigma destacado por Bianchetti e Freire (2010) é o ateniense, no qual as capacidades intelectuais passam a ser valorizadas, sendo o campo da ideia mais importante que o corpo. A partir dessa concepção se dá a divisão da mente ser própria para governar e ao corpo cabe a missão de executar tarefas degradadas.

Mesmo com o conhecimento na área da medicina, nem todos tinham acesso a tratamento ou mesmo à cura. Os indivíduos improdutivos, que necessitavam de auxílio para a sua sobrevivência, começaram a ser classificados como deficientes. Sem dúvida, foi uma época marcada pela segregação e isolamento daqueles com deficiência, que não atendiam ao padrão de beleza, perfeição e força socialmente aceitos na época (SOUZA, 2014).

Ainda sobre os povos antigos, Foucault (2010), ocupando-se em retratar os “anormais”, refere-se a eles como pessoas com diferentes deficiências (mental, intelectual ou física). Esses indivíduos, nascidos com alguma forma de deficiência, foram, no tempo antigo, desqualificados, descapacitados e desumanizados, sendo excluídos ou segregados.

Já na Idade Média, e de acordo com Bianchetti e Freire (2010), o paradigma ateniense é assumido no âmbito da teologia, após ser transformado pelo judaísmo-cristão. O cristianismo passa a considerar que as pessoas com deficiência possuem alma, e, portanto, seriam dignas do direito à vida. Entretanto, a diferença passa a ser entendida como sinônimo de pecado. Essa concepção de diferença como sinal de pecado é ilustrada pelos autores ao reproduzirem alguns exemplos da bíblia. Um deles é quando Jesus cura o paraplégico de Cafarnaum após ter perdoado os seus pecados. Outra concepção é de que a existência de pessoas com deficiências seriam instrumentos de Deus para proporcionar a oportunidade de todos fazerem caridade (BIANCHETTI; FREIRE, 2010).

Nesse período, as pessoas com deficiência eram mantidas à margem da sociedade, isoladas e sob os cuidados da igreja em seus abrigos. A Igreja Católica passou a reconhecer a pessoa com deficiência, porém a retirava do convívio com a sociedade, o que deu origem ao comportamento assistencialista, ao surgirem, no final da Idade Média, as Irmandades de Caridade (BIANCHETTI; FREIRE 2010).

Piccolo e Mendes (2013) fizeram uma reflexão sobre as práticas assistencialistas aos sujeitos com deficiência as quais persistem até hoje. Segundo os autores, “ser deficiente tem significado estar alijado dos serviços básicos, a uma existência efetivamente digna, ou em outros termos, significa invariavelmente, ter uma vida precária. Em síntese, a deficiência tende para a pobreza como a pobreza para a deficiência” (PICCOLO e MENDES, 2013, p. 295).

Vencido o tempo medieval, a Idade Moderna trouxe o progresso científico e delineou um novo cenário para a pessoa com deficiência. Efetivamente, proporcionou a valorização do ser humano assegurada nas filosofias humanistas. A partir da modernidade, os posicionamentos em relação à pessoa com deficiência tiveram outras concepções e direcionamentos. Em outras palavras, a conjuntura mudou e o uso da razão pelo ser humano tornou-se o cerne. Ao mesmo tempo, a modernidade trouxe transformações na economia, no processo da industrialização e no capitalismo emergente. Essas mudanças exigiram a contribuição do ser humano para o desenvolvimento da humanidade, tornando a produtividade o seu fundamento (SILVA, 2009 e GUGEL, 2007).

O período de produção capitalista foi marcado pelo poder das classes dominantes cujos interesses prevaleciam como o interesse de todos. Nesse período, o antropocentrismo sucede o teocentrismo, ou seja, a imagem do homem torna-se a principal. A revolução industrial trouxe uma nova conotação para o corpo que passa a ser apreendido como uma máquina, e, sendo o corpo uma máquina, qualquer diferença é percebida como uma disfunção. Com o capitalismo a manufatura e a produção em série foram ocupando o espaço do artesanato, com isso se impõe o especialismo, exigindo assim a eficiência no desempenho do indivíduo. (BIANCHETTI; FREIRE, 2010).

Apesar de todas as mudanças vivenciadas na idade moderna, o preconceito em relação à capacidade da pessoa com deficiência permaneceu, posto que, na visão capitalista, ela era improdutiva. Entretanto, em uma sociedade capitalista e excludente, todos deveriam ser incorporados ao complexo produtivo ou, então, sujeitos à desqualificação social. Logo, a pessoa com deficiência deveria se adequar ao ambiente e não o contrário, incumbindo ao indivíduo essa responsabilidade (SILVA, 2009 e GUGEL, 2007).

De maneira oposta, destaca-se a perspectiva de Marshall (1967) sobre cidadania, implicando um sentimento de participação em sociedade e pressupondo a luta para adquirir direitos, já que, segundo a teoria desse autor, o cidadão pleno seria o titular dos direitos políticos, civis e sociais. Ainda, interpretando esse conceito, T. H. Marshall “compreende a lealdade de homens livres, imbuídos de direitos e protegidos por uma lei comum. Seu desenvolvimento é estimulado tanto pela luta para adquirir tais direitos, quanto pelo gozo dos mesmos, uma vez adquiridos” (MARSHALL, 1967, p. 84). A cidadania trabalhada por esse sociólogo trata do problema da desigualdade social, passando pela aceitação da desigualdade quantitativa ou econômica e condenando a diferenciação qualitativa, já que a igualdade de cidadania deve ser reconhecida e garantida, inclusive para pessoas com deficiência.

Marshall, em uma análise histórica e lógica, segmenta o conceito de cidadania em três partes e nesta sequência: os direitos civis, compostos “dos direitos necessários à liberdade individual - liberdade de ir e vir, liberdade de imprensa, pensamento e fé, o direito à propriedade e de concluir contratos válidos e o direito à justiça”; os direitos políticos, como “o direito de participar no exercício do poder político como membro de um organismo investido de autoridade política ou como um eleitor dos membros de tal organismo”; os direitos sociais, que se referem “a tudo o que vai desde o direito a um mínimo de bem-estar econômico e segurança ao direito de participar, por completo, na herança social e levar a vida de um ser civilizado de acordo com os padrões que prevalecem na sociedade”. Para o sociólogo, os direitos devem seguir a ordem apresentada e não ser invertida, uma vez que os direitos civis constituem o fundamento dos direitos políticos e sociais (MARSHALL, 1967, p. 63).

Dentro desse conceito e considerando a evolução dos direitos à cidadania, na visão do referido sociólogo, trata-se, em verdade, de conquistas sequenciais do próprio indivíduo, na medida em que, tendo como base, a cidadania civil alcança direitos políticos constituindo na cidadania social. Na perspectiva de Carvalho (2002), essa evolução sequencial nem sempre se deu quando se avalia as conquistas da cidadania no Brasil. Há momentos históricos em que o Estado confere direitos, o que caracterizaria algo de cima para baixo, colocando o cidadão na parte inferior. Quando se considera os aspectos do capitalismo, o mesmo autor também questiona o modelo de conquista de cidadania de Marshall. Argumenta ainda, se em ambiente de desigualdade poder-se-ia considerar conquistas igualitárias de cidadania social.

É importante contextualizar do ponto de vista histórico o lugar social da pessoa com deficiência, isto porque a consolidação do conceito de direitos humanos passa pela transformação das mentes, de forma individual, considerando que as palavras ganham força

quando se transformam em ações, tanto do ponto de vista político, como social. Este conceito é o que se evidencia do livro “A invenção dos direitos humanos”, da historiadora norte-americana Lynn Hunt, publicado no Brasil em 2009.

Partindo do conceito de mudança nos conceitos individualmente, considerando os direitos “autoevidentes”, a autora busca associar as transformações de sentimentos, especialmente durante o século XVIII, trazendo à discussão os direitos individuais. Este sentimento ocorreu nos Estados Unidos, na Europa e inclusive na América do Sul. Neste conceito, Lynn Hunt busca deixar nítidas as novas formas de ver o mundo e as pessoas.

A Declaração de Independência dos EUA (1776) e a Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão (1789), no contexto da Revolução Francesa, foram os eventos históricos relacionados pela autora como propulsores da transformação da forma como as pessoas viam o mundo e suas inter-relações. Não foi objeto de estudo de Lynn Hunt, mas podemos incluir aqui a “Conjuração Mineira”, também chamada Inconfidência Mineira, em 1789.

Em todos estes levantes populares, vê-se claro os ideais do iluminismo que elucidavam a liberdade política e econômica, bem como liberdade de expressão e religiosa. As ideias do iluminismo também estavam presentes no que apregoavam os inconfidentes na então capitania de Minas Gerais. Representantes das elites, eles tiveram contato com o iluminismo europeu na Universidade de Coimbra (portugal) onde alguns deles estudaram. Além disso, há ainda um episódio conhecido como Missão Vendek, em que José Joaquim Maia Barbalho pede ajuda a Thomas Jefferson, presidente dos EUA para fortalecer os ideais dos inconfidentes. Isso reforça a interlocução entre as personagens com ideias semelhantes, em vários pontos do mundo, nestes acontecimentos históricos. Mesmo diante dos ideais de liberdade, igualdade e fraternidade espalhados pelo mundo no século XVIII, somente em 1948 a ONU lança a Declaração Universal dos Direitos Humanos (BRANS, 1992, p. 45-48).

Hunt revisita o tema, comparando seus desdobramentos entre “os acontecimentos históricos e os avanços e recuos da mentalidade do período que os gestou”. Para ela, a “reivindicação de autoevidência se baseia em última análise num apelo emocional: ela é convincente se ressoa dentro de cada indivíduo”. Os relatos das transformações e mudanças históricas fazem sentido quando explicam as mudanças nas mentes de cada indivíduo. “Para que os direitos humanos se tornem autoevidentes, as pessoas comuns precisam ter novas compreensões que nasceram de novos tipos de sentimentos” (HUNT, 2009, p. 33).

Lynn Hunt também chama a atenção para os conflitos inerentes aos direitos humanos e os compara a uma cascata com seus conflitos sobre como fluir: “o direito de uma mulher

escolher *versus* o direito à vida do feto; o direito à vida *versus* o direito de morrer com dignidade, o direito dos inválidos, dos homossexuais, o direito das crianças, o direito dos animais” (HUNT, 2009, p. 215).

Importante mecanismo de transformação das mentes foram os romances da época, chamados romances epistolares que abordavam as reações humanas, levando os leitores a repensarem sobre si mesmos e a forma de ver suas emoções e seus sonhos. Como exemplos, temos as lutas de Clarissa e Pâmela, criadas por Richardson, e Júlia escrita por Rousseau, fazendo com que os leitores se reconhecessem naquelas histórias (HUNT, 2009, p. 38-50).

Outro caso transformador ocorrido no século XVIII foi de Callas que foi torturado para confessar um crime, sendo ele e toda sua família condenados à morte. Posteriormente, soube-se que era inocente. Para Hunt (2009), ler relatos de tortura e romances epistolares provocou transformações cerebrais e na forma de ver as questões sociais. Segundo a historiadora, “conhecemos o significado dos direitos humanos porque nos afligimos quando são violados. As verdades dos direitos humanos talvez sejam paradoxais nesse sentido, mas apesar disso ainda são autoevidentes” (HUNT, 2009, p. 216).

Como consequência desse contexto histórico, de valorização do ser humano ainda com concepção assistencialista e de caridade, surgem os movimentos sociais cobrando políticas inclusivas. Assim, a idade contemporânea deu início a uma nova fase para os indivíduos com deficiência, pois a sociedade começou a assumir sua responsabilidade e entendeu que eles necessitavam de atenção especializada e não, exclusivamente, de abrigos e hospitais. Um significativo reconhecimento da pessoa com deficiência verificou-se, doravante, na segunda metade do século XIX, quando ela passou a ser vista como força de trabalho (SILVA, 2009).

Contudo, mesmo com o reconhecimento da pessoa com deficiência, deve-se destacar que a segregação é constituída e priorizada por relações que não demandam compromisso, nas quais preserva-se a distância *do que* ou *de quem* incomoda. Sobre esse tipo de comportamento, é importante destacar as reflexões de Bauman (2004), que descortina a insensibilidade com os considerados diferentes e a incapacidade de aceitação e cuidado com o próximo, isso gera a conhecida segregação espacial e social. O autor ressalta o preceito de “amar ao próximo como a nós mesmos” e o seu significado:

Amar o próximo como amamos a nós mesmos significaria então respeitar a singularidade de cada um – o valor de nossas diferenças, que enriquecem o mundo que habitamos em conjunto e assim o tornam um lugar mais fascinante e agradável, aumentando a cornucópia de suas promessas (BAUMAN, 2004, p. 46).

O sociólogo afirma, ainda, que esse princípio “evoca o desejo do próximo de ter reconhecida, admitida e confirmada a sua dignidade de portar um valor singular, insubstituível e não descartável” (BAUMAN, 2004, p. 46).

Entretanto, embora esse princípio seja de grande importância para o bem-estar de todos em sociedade, em meados do século XX, com a II Guerra Mundial, houve uma maior mobilização no sentido de se discutir sobre o atendimento e a busca por soluções mais razoáveis com vistas à proteção e à inserção satisfatória da pessoa com deficiência na sociedade. Como consequência nefasta da guerra, vários países foram devastados, levando à morte milhões de vidas humanas. Diante disso, houve um sentimento de apreensão, e as nações compreenderam a urgência de intervir, para evitar que novas truculências fossem praticadas, como também para encontrar uma maneira de preservar a paz entre os povos (DIRCHER e TREVISAM, 2014).

Em 1945, foi constituída a Organização das Nações Unidas (ONU), com a função de fomentar a paz entre as nações. Representantes de 50 países presentes na conferência sobre a Organização Internacional reuniram-se em São Francisco, nos Estados Unidos, entre 25 de abril e 26 de junho do mesmo ano, e elaboraram a Carta das Nações Unidas (ONU, s.d.)⁵.

Os ideais e os propósitos dos povos cujos governos se uniram para constituir as Nações Unidas são expressos no preâmbulo da Carta das Nações Unidas, a saber:

Nós, os povos das Nações Unidas, resolvidos a preservar as gerações vindouras do flagelo da guerra, que, por duas vezes no espaço da nossa vida, trouxe sofrimentos indizíveis à humanidade, e a reafirmar a fé nos direitos fundamentais do homem, na dignidade e no valor do ser humano, na igualdade de direitos dos homens e das mulheres, assim como das nações grandes e pequenas, e a estabelecer condições sob as quais a justiça e o respeito às obrigações decorrentes de tratados e de outras fontes de direito internacional possam ser mantidos, e a promover o progresso social e melhores condições de vida dentro de uma liberdade mais ampla (ONU, s.d.).

Devido ao grande número de vítimas da guerra, aproximadamente 40 milhões de pessoas, muitas delas pertencentes a grupos minoritários, como as pessoas com deficiência, que se encontravam excluídas de seus direitos básicos, essas nações buscaram declarar e garantir os direitos humanos.

Como afirma Coggiola (2015), na Segunda Guerra Mundial, diferente do que ocorreu na Primeira Grande Guerra, viu-se massacres em massa, dirigidas especialmente para a

⁵ Disponível em: <<https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Pages/Language.aspx?LangID=por>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

população civil com extermínio proposital de pessoas de grupos minoritários. Este fato torna a segunda guerra descolada dos movimentos que levaram à primeira.

Ainda segundo o autor,

o adiamento da resolução dos conflitos que levaram à Primeira Guerra Mundial, e da revolução socialista que nela se originou, no primeiro pós-guerra, foi pago com um preço inédito em vidas humanas, especialmente forte nos países que estiveram no centro desses problemas: entre vinte e trinta milhões de mortos na União Soviética, treze milhões na Alemanha, entre dez e quinze milhões na China (na guerra sino-japonesa, 1937-1945), sem contar a “qualidade” das mortes, que incluíram cenários de degradação humana nunca vistos na história, nos campos de concentração nazistas, nas câmaras de gás, nas políticas de “extermínio total” de judeus, ciganos, homossexuais, deficientes mentais e outros, nos massacres em massa na Europa oriental, nos bombardeios de muitas cidades europeias, no ataque nuclear contra duas cidades japonesas (COGGIOLA, 2015, p. 98).

Segundo relatos históricos em meados de 1939, Adolf Hitler põe em prática o programa Eutanásia T4 cujo objetivo, de acordo com os conceitos do Reich, seria depurar a raça alemã, eliminando assim, pessoas com deficiências físicas e/ou mentais. Os dados são imprecisos, no entanto, estima-se a eliminação de até 400.000 vidas de pessoas com algum grau de deficiência. Considerando pessoas com transtornos mentais, estima-se 200.000 mortos pelo programa. Ademais, pessoas com algum grau de nanismo foram também perseguidas (COGGIOLA, 2015, p. 107; BURLEIGH, 1995)

O conjunto de atrocidades cometidas na Segunda Guerra Mundial levou a Organização das Nações Unidas (ONU) a criar, em 1948, a Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH), corroborando com as determinações das Cartas das Nações Unidas. O reconhecimento da dignidade de todos, em seu preâmbulo, e de seus direitos iguais e inalienáveis, como razão da liberdade, da justiça e da paz do mundo, abrange as pessoas com deficiência. Além disso, a pessoa com deficiência é referenciada nessa declaração, em seu art. 25:

Artigo XXV. 1. Toda pessoa tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e a sua família saúde e bem-estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, cuidados médicos e os serviços sociais indispensáveis, o direito à segurança, em caso de desemprego, doença, invalidez, viuvez, velhice ou outros casos de perda dos meios de subsistência em circunstâncias fora do seu controle (ONU, s.d.).

Com o amparo das Nações Unidas, foram elaborados e executados subsídios legais, que deram suporte às políticas públicas direcionadas a esse seguimento social, promovendo segurança aos seres humanos.

A Declaração dos Direitos das Pessoas Deficientes, proclamada em 1975, pela Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU), merece destaque, posto que serviria de diretriz para apoio, proteção e garantia dos direitos desses indivíduos. Conseqüentemente, engendraria o compromisso dos países membros em criar políticas sociais tangíveis e cooperar com a ONU na promoção da qualidade de vida (ONU, 1975). Cabe mencionar alguns itens primordiais em que a declaração se fundamenta. Essa resolução estabeleceu em seu item 1 que o termo “pessoas deficientes” seria a identidade daquela pessoa impossibilitada de desempenhar, propriamente, suas necessidades fundamentais do mesmo modo que um indivíduo normal.

O termo “pessoas deficientes” refere-se a qualquer pessoa incapaz de assegurar por si mesma, total ou parcialmente, as necessidades de uma vida individual ou social normal, em decorrência de uma deficiência, congênita ou não, em suas capacidades físicas ou mentais (ONU, 1975, p. 1).

O item 2 da Declaração ressalta a garantia dos direitos a todas as pessoas com deficiência:

[...] Estes direitos serão garantidos a todas as pessoas deficientes sem nenhuma exceção e sem qualquer distinção ou discriminação com base em raça, cor, sexo, língua, religião, opiniões políticas ou outras, origem social ou nacional, estado de saúde, nascimento ou qualquer outra situação que diga respeito ao próprio deficiente ou a sua família (ONU, 1975, p. 1).

Ainda na Declaração, os direitos fundamentais das pessoas com deficiência são resguardados no item 3, bem como o respeito por sua dignidade humana:

As pessoas deficientes têm o direito inerente de respeito por sua dignidade humana. As pessoas deficientes, qualquer que seja a origem, natureza e gravidade de suas deficiências, têm os mesmos direitos fundamentais que seus concidadãos da mesma idade, o que implica, antes de tudo, o direito de desfrutar de uma vida decente, tão normal e plena quanto possível (ONU, 1975, p. 1).

Além disso, também por iniciativa das Nações Unidas, 1981 foi declarado o Ano Internacional das Pessoas Deficientes, confirmando a preocupação mundial com esses indivíduos. Entretanto, no domínio legislativo, pouco se consolidou mundialmente, permanecendo a exclusão da pessoa com deficiência algo constante.

O caminho percorrido pelas pessoas com deficiência ao longo da história demonstra que a deficiência carrega consigo muitas interpretações dos contextos históricos. As pessoas com deficiência eram vistas de diferentes formas, primeiramente, foram excluídas, privadas

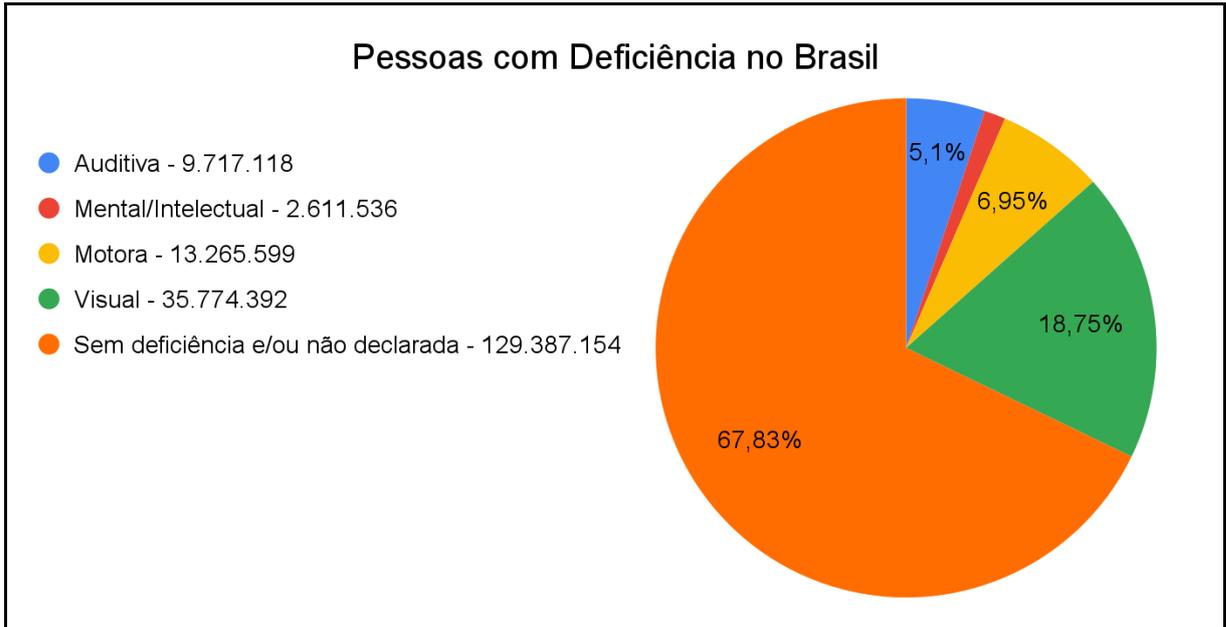
do convívio social, discriminadas e estigmatizadas, posteriormente, assistidas e amparadas, sendo alvo de caridades, até que progressivamente, passou-se a considerar a necessidade da inclusão destas pessoas.

Para o efetivo avanço na promoção e defesa dos direitos da pessoa com deficiência, se faz necessária a contextualização, levando em conta o caráter biopsicossocial do conceito de pessoa com deficiência. Neste sentido, para além da deficiência física, sensorial, intelectual ou mental do indivíduo, há que se considerar as questões psíquicas que envolvem este indivíduo e as pessoas que o cercam, bem como a sociedade em geral. Ou seja, como a pessoa com deficiência se vê e como as outras pessoas a veem. Mais ainda, também devem ser consideradas as questões sociais, que implicam nas leis e no efetivo cumprimento delas, além das políticas públicas que efetivamente poderiam mitigar as deficiências, com construções e conceitos que diminuam as dificuldades impostas à pessoa com deficiência. Assim, o conceito biopsicossocial é importante, justamente porque pode estar nas questões sociais as maiores dificuldades impostas às pessoas com deficiência. E é justamente aí, onde mais a sociedade, os conselhos e as autoridades públicas podem atuar.

1.2 PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO BRASIL, EM MINAS GERAIS E EM GOVERNADOR VALADARES

De acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010, o Brasil tinha uma população de 190.755.799 habitantes. Desse total de habitantes, 32,17% tinham algum tipo de deficiência (IBGE, 2010). Para se ter uma melhor noção numérica desses sujeitos, a representação abaixo (Gráfico 1) apresenta um detalhamento dessa população, conforme as deficiências apresentadas.

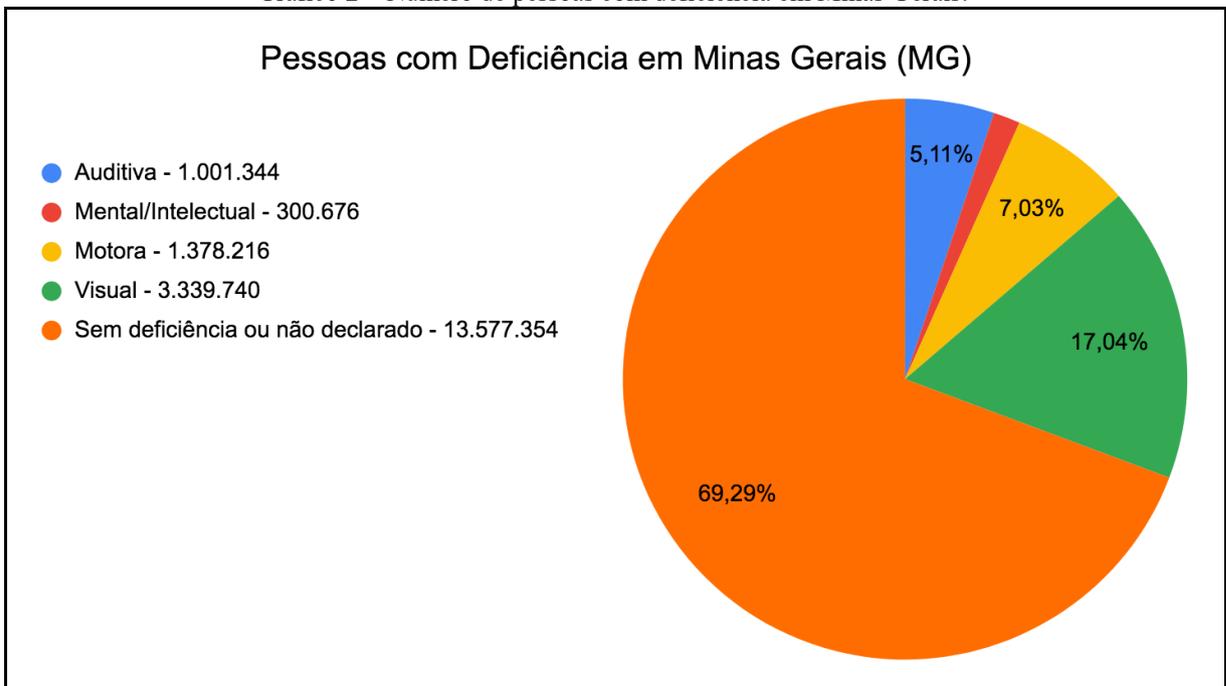
Gráfico 1 – Número de pessoas com deficiência no Brasil.



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Censo Demográfico de (IBGE).

Em 2010, o Estado de Minas Gerais possuía 19.597.330 habitantes distribuídos em 853 municípios. Desse total de sujeitos, 30,71% tinham algum tipo de deficiência (IBGE, 2010). Para mais detalhes, a representação abaixo (Gráfico 2) apresenta uma segmentação dessa categoria populacional, conforme as deficiências apresentadas.

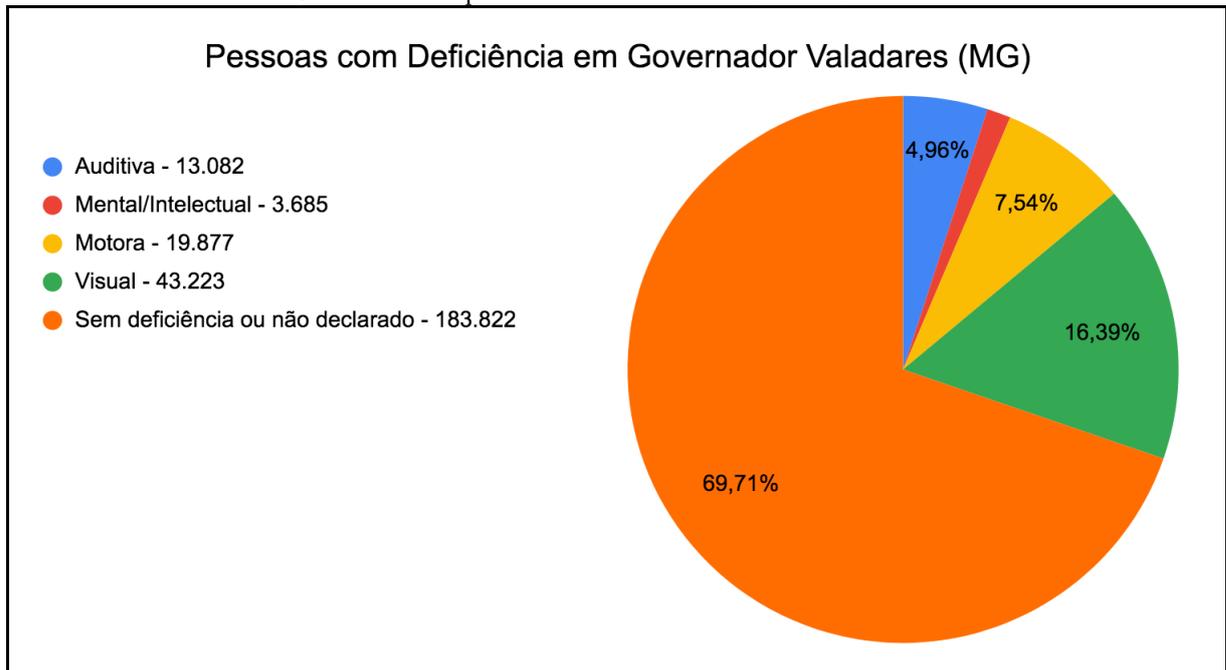
Gráfico 2 – Número de pessoas com deficiência em Minas Gerais.



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Censo Demográfico de (IBGE).

Ao separar-se, também, o número de pessoas com deficiência no município de Governador Valadares, MG, que tinha uma população de 263.689 habitantes, chega-se a 30,29% os sujeitos com algum tipo de deficiência (IBGE, 2010). Para se ter uma ideia melhor acerca dessa população, a representação abaixo (Gráfico 3) apresenta uma segmentação do conjunto desses sujeitos, conforme as deficiências apresentadas.

Gráfico 3 – Número de pessoas com deficiência em Governador Valadares.



Fonte:Elaborado pela autora a partir dos dados do Censo Demográfico de (IBGE).

Ao se comparar o percentual de pessoas com deficiência em Governador Valadares (30,29%), Minas Gerais (30,71%) e Brasil (32,17%), percebe-se que o percentual de Governador Valadares está em consonância com os percentuais do estado e país, tanto no percentual, quanto nos tipos de deficiência, que também estão em patamares semelhantes. Ao se analisar também o percentual por tipo de deficiência, a deficiência motora - foco desta pesquisa - encontra-se em segundo lugar, em detrimento à deficiência visual. Sendo que o maior percentual de pessoas com deficiência motora encontra-se em Governador Valadares, totalizando 7,54%.

1.3 LEGISLAÇÃO FEDERAL: ABORDAGENS PARA AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

1.3.1 Pessoas com deficiência: ordem legislativa

As diversas constituições brasileiras são uma boa forma de entender os Direitos Humanos no Brasil, ainda que não tratem de forma específica e direta das pessoas com deficiência. Na constituição de 1824, mesmo com a concentração do poder nas mãos do imperador, já se garantia a liberdade, a segurança individual e a propriedade. Mesmo assim,

no período imperial, ainda existia a escravidão, violência representada pela perda da liberdade, da integralidade física e, muitas vezes da própria vida, representando um nítido desrespeito aos direitos humanos e à dignidade da pessoa humana.

Já no período republicano, a Constituição de 1891 garantiu a eleição direta para deputados, senadores, presidente e vice-presidente, mas o voto não era universal, tendo em vista que não era direito garantido às mulheres, aos mendigos e aos analfabetos. Dentre algumas medidas da constituição de 1891, estavam o direito à plena liberdade religiosa, ampla defesa aos acusados, direito à livre associação e reunião, bem como a criação do *habeas corpus*. Portanto, já garantindo avanços em direção a mais direitos.

A Constituição de 1934, resultante da Revolução Constitucionalista de 1932, estabeleceu algumas concepções de segurança ao indivíduo, como proteção ao direito adquirido, proibição da prisão por dívida e criação da assistência judiciária aos necessitados. Na Constituição, também se instituiu diversas garantias ao trabalhador, por exemplo, a proibição de diferença salarial para o mesmo trabalho, bem como, em razão de idade, gênero, nacionalidade ou estado civil. Nela também há a proibição do trabalho para menores de 14 anos, do trabalho insalubre para menores de 18 anos e mulheres, a criação de um salário mínimo, o descanso semanal remunerado e a jornada diária de 8 horas de trabalho. Três anos depois, já no Estado Novo, com a ascensão política de Getúlio Vargas, muitos obstáculos se apresentaram aos avanços dos Direitos Humanos. Neste período de governo totalitário, vê-se um ambiente problemático para os direitos fundamentais, onde havia pouca liberdade individual.

Em 1946, com o fim do Estado Novo, uma nova constituição passou a vigorar. Nesta, restabeleceu-se os direitos e garantias individuais, inclusive com melhorias quando comparados aos textos de 1934. No entanto, em 1964, com a instauração do Regime Militar, novamente, o desrespeito aos direitos fundamentais voltou a crescer, especialmente entre 1969 e 1975, período mais grave em relação à desconsideração dos direitos fundamentais de todos e não apenas das pessoas com deficiência.

A partir dos anos 1960, a pauta da deficiência foi capitaneada por ativistas e mesmo por movimentos de pessoas com deficiência organizados e trouxe maior evidência e valorização deste tema entre os agentes políticos e na sociedade em geral. Nessa época, o conceito predominante de deficiência era o resultado de algum impedimento físico ou mental das pessoas. Esta visão levava ao entendimento de que a pessoa possuía algo que poderia ser tratado, para que ela se adaptasse à forma como a sociedade se construía e organizava. A consequência desta visão levou a uma postura assistencialista, paternalista e excludente,

desvalorizando a autonomia e negando a dignidade às pessoas com deficiência. (BRASIL, 2012)

Com o tempo, este entendimento foi sendo substituído pelo conceito de que as pessoas com deficiência eram excluídas pela sociedade e a deficiência passou a ser compreendida como resultado de barreiras físicas e organizacionais, frutos das atitudes excludentes da sociedade e não por culpa do indivíduo com deficiência. Assim, a deficiência passa a ser vista como uma das várias condições humanas. Então, passa-se a entender que as pessoas com deficiências têm direitos a igualdade de condições e oportunidades, isto é, lhes devem ser garantidos e preservados direitos em bases idênticas a todo e qualquer cidadão. (BRASIL, 2012)

1.3.2 Pessoas com deficiência: o marco da legislação

O estabelecimento da Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, foi o marco da legislação brasileira no que se refere à inclusão das pessoas com deficiência como exercício do direito à dignidade humana, registrado no art. 1º, inciso III. Em seu art. 6º, estabelece que todas as pessoas têm direito à educação, saúde, alimentação, trabalho, moradia, transporte, lazer, segurança, previdência social, proteção à maternidade e à infância, e a assistência aos desamparados. No tocante à pessoa com deficiência (PcD), esta constituição assegura em sua base legal, o desenvolvimento de políticas públicas para essas pessoas.

Com o intuito de garantir os direitos fundamentais assegurados à PcD por esta constituição, é estabelecido, no inciso II do art. 23, ser competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios cuidar da saúde e assistência pública, da proteção e garantia das pessoas com deficiência. Define, ainda, que é competência da União, dos Estados e do Distrito Federal, no inciso XIV do art. 24, assegurar a proteção e integração social das pessoas portadoras de deficiência (BRASIL, 1988, p. 28-29).

O art. 203 garante a prestação da Assistência Social a quem dela precisar, independentemente de contribuição à seguridade social, ratificando nos incisos IV e V, respectivamente, a habilitação e reabilitação das pessoas portadoras de deficiência e a promoção de sua integração à vida comunitária, bem como, um salário mínimo de benefício mensal à pessoa portadora de deficiência que comprove não possuir meios de subsistência (BRASIL, 1988, p. 122). O art. 208 refere-se ao direito à educação, garantido nos incisos III e V, respectivamente, com atendimento educacional especializado aos portadores de

deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino e acesso aos níveis mais elevados do ensino e da pesquisa, segundo a capacidade de cada um (BRASIL, 1988, p. 124).

No que diz respeito à acessibilidade aos bens e serviços, o art. 227 certifica, em seu inciso II, a primordialidade de eliminação de obstáculos arquitetônicos e de todas as formas de discriminação, ressaltado ainda, no § 2º, que a lei deliberará sobre normas de construção dos logradouros e dos edifícios de uso público e de fabricação de veículos de transporte coletivo (BRASIL, 1988, p. 132).

A Constituição Federal de 1988 aponta, em seu preâmbulo, que o Estado Democrático foi instaurado com vistas a “assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça [...]”; e, em seus diversos mecanismos, é sustentada a proteção das pessoas com deficiência.

Entretanto, o Senador Paulo Paim destaca em sua justificação para o Projeto de Lei do Senado, nº 6, de 2003 (Lei Brasileira de Inclusão), que, apesar de a Constituição Federal estabelecer expressamente alguns direitos aos portadores de deficiência, “ainda não se introduziu no ordenamento jurídico brasileiro, notadamente no nível federal, lei que defina claramente os direitos” dessa parcela significativa da nossa sociedade (ARNS, 2006, p. 2). O Senador, ao propor a lei supracitada, visava “tratar adequadamente o tema, garantindo direitos e parametrizando a ação do Estado de forma sistemática e articulada”, uma vez que, em seu entendimento, os regramentos relacionados aos direitos das pessoas com deficiência não eram tratados de forma ampla, completa e irrestrita em legislações específicas, e citou, como exemplos, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, o Estatuto da Criança e do Adolescente e Lei Orgânica da Assistência Social, destacando, ademais, sua regulamentação em Decretos, Instruções Normativas e Portarias (ARNS, 2006, p. 2). O projeto de lei proposto foi analisado pela Comissão de Direitos Humanos e Legislação Participativa, que emitiu parecer favorável em 06 de dezembro de 2006. Contudo, somente nove anos depois essa lei foi aprovada em Plenário pela Câmara dos Deputados, sendo nomeada Lei nº 13.146 de 06/07/2015, que será detalhada a posteriori.

Em 1999, a Convenção Interamericana para Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Contra as Pessoas Portadoras de Deficiência (Convenção da Guatemala), em seu art. 1º, ratificou os direitos e liberdades fundamentais a todos. Ademais, mostrou que a discriminação abarca toda condição de diferenciação, exclusão ou restrição fundamentada na deficiência com “efeito ou propósito de impedir ou anular o reconhecimento, gozo ou exercício por parte das pessoas portadoras de deficiência de seus direitos humanos e suas liberdades fundamentais” (BRASIL, 2001).

A partir da Convenção da Guatemala, que tem como objetivo proteger as pessoas com deficiência contra a discriminação e garantir sua absoluta inclusão na sociedade, garantindo-lhes os direitos e liberdades fundamentais, o Brasil expediu, em outubro de 2001, o Decreto 3.956. Esse decreto reafirma que as pessoas com deficiência têm os mesmos direitos e liberdades fundamentais dos outros indivíduos (BRASIL, 2001).

De acordo com Oliveira (2011), as leis e atos normativos referentes à conquista dos direitos das pessoas com deficiência, no sistema infraconstitucional⁶, são abundantes. Todas buscam elucidar sobre a pessoa com deficiência e seus direitos. No entanto, não chegam a um consenso em relação a como nomear esse indivíduo. Dessa forma, para a autora, a nomenclatura a ser priorizada deverá ser: “na medida do justo e do possível, aquela que não ressalta a limitação do ser humano, e sim aquela onde exista uma ressalva apenas em relação às similaridades dos sobreditos ‘pessoas normais’” (OLIVEIRA, 2011, p. 28).

Para melhor compreender a evolução das conquistas das pessoas com deficiência, é importante evidenciar algumas leis do âmbito federal, mas, antes, cabe retornar à Constituição Federal de 1988, para destacar o combate à desigualdade, preconizada no art. 3º, inciso III, que consagra, dentre os objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil, a promoção do bem de todos, “sem preconceitos de origem, raça, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação”. Também, como direito e garantia fundamentais, agora no caput do art. 5º, ela ressalta que “todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade”. Essa interconexão de direitos apresentada na Constituição de 1988 refletiu no plano infraconstitucional, com a promulgação da Lei nº 7.853 (BRASIL, 1988).

1.3.3 Pessoas com deficiência: evolução da legislação

A Lei Ordinária nº 7.853⁷, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social e sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE). Apesar da importância da lei e da

⁶ Infraconstitucional é a norma, preceito, regramento, regulamento e lei que estão hierarquicamente abaixo da Constituição Federal. A Constituição Federal é considerada a Lei Maior do Estado, e as demais normas jurídicas são consideradas infraconstitucionais, pois são inferiores às regras previstas na Constituição. Disponível em: <https://forumdeconcursos.com/wp-content/uploads/wpforo/default_attachments/1550872248-Pedro-Lenza-Direito-Constitucional-Esquemático-2019.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2019.

⁷ Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7853.htm>. Acesso em: 30 mai. 2019.

magnitude de seu alcance, somente transcorridos dez anos é que foi regulamentada, por meio do Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999 (BRASIL, 1989).

Merece destaque, também, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), Lei nº 8.069⁸, de 13 de julho de 1990, no título I, parágrafo único, que legitima que os direitos enunciados nessa lei aplicam-se a todas as crianças e adolescentes, sem qualquer tipo de discriminação, inclusive às com deficiência (BRASIL, 1990).

A Lei Ordinária nº 8.213⁹, de 24 de julho de 1991, dispõe sobre os planos de benefícios da previdência social e dá outras providências, estabelecendo, em seu art. 93, um percentual a ser preenchido pelas pessoas portadoras de deficiência em seus cargos (BRASIL, 1991).

A partir da Constituição de 1988, tem-se a promulgação da Lei Orgânica de Assistência Social (LOAS) Nº 8.742 de 7 de dezembro de 1993 pelo Congresso Nacional, a qual garante em seu art. 2º, inciso I, o valor de um salário mínimo mensal à pessoa com deficiência que comprove não possuir meios de prover a própria manutenção ou de tê-la provida por sua família (BRASIL, 1993).

No ano de 1994, o então presidente Itamar Franco sancionou a Lei nº 8.899, de 29 de junho, que concedia passe livre às pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual, que, embora já fora um avanço na proteção dos direitos, restringiu a concessão exclusivamente às pessoas carentes (BRASIL, 1994).

No âmbito educacional, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei nº 9.394/1996¹⁰, no capítulo V, em seu art. 58, distinguiu a Educação Especial para portadores de deficiência, caracterizando-a como “a modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação” (BRASIL, 1996).

Importante destacar que em 1 de junho de 1999, através do Decreto nº 3.076/1999, foi criado o Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência (Conade) no âmbito do Ministério da Justiça (MJ). Este decreto foi revogado em dezembro do mesmo ano pelo Decreto n.º 3.298/1999 o qual instituiu a Política Nacional para Inclusão da Pessoa com Deficiência, porém o Conade permaneceu no Ministério da Justiça (BRASIL, 1999).

No dia 16 de dezembro de 2019, o Governo Federal deliberou, por meio do Decreto Nº. 10.177/2019, sobre a nova constituição do Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com

⁸ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18069.htm>. Acesso em: 30 mai. 2019.

⁹ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18213cons.htm>. Acesso em: 30 mai. 2019.

¹⁰ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 30 mai. 2019.

Deficiência, órgão superior de caráter paritário, consultivo e de deliberação colegiada sobre as políticas públicas destinadas às pessoas com deficiência, instituído no âmbito do Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos (BRASIL, 2019b).

Como mencionado anteriormente, o Decreto nº 3.298¹¹, de 20 de dezembro de 1999, regulamentou a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispondo sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. Essa política constitui-se de diretrizes normativas para ratificar os direitos individuais e sociais da pessoa com deficiência, cabendo ao poder público garantir a esse indivíduo seus direitos básicos e favorecer sua independência. Em seu art. 4º, a pessoa com deficiência é caracterizada por natureza, a saber: deficiência física, auditiva, visual, mental e múltipla (BRASIL, 1999).

Sobre esse regulamento, o Parecer do Senador Flávio Arns (2006, p. 4), da Comissão de Direitos Humanos e Legislação Participativa, sobre o Projeto de Lei do Senado nº 6, de 2003, que institui o Estatuto do Portador de Deficiência, dando outras providências, evidencia que “importantes minúcias trazidas pelo regulamento acabaram, não raras vezes, não sendo efetivadas em favor da pessoa com deficiência, sob a invocação do princípio da legalidade, plasmado no dever de fazer ou deixar de fazer senão em virtude de lei” (ARNS, 2006, p. 4).

Outra conquista importante refere-se à prioridade de atendimento a pessoas com deficiência, que foi assegurada pela Lei Ordinária nº 10.048¹², de 8 de novembro de 2000, em seu art 1º, e dá outras providências. Além disso, definiu-se que as empresas de transporte deveriam reservar assentos personalizados (art 3º); determinou que a construção de logradouros, sanitários e edifícios públicos seguirão normas específicas para facilitar o acesso e uso desses locais pelas pessoas com deficiência (art. 4º); e estabeleceu que os veículos de transporte coletivo a serem produzidos após doze meses da publicação desta lei seriam planejados de forma a facilitar o acesso a seu interior por essas pessoas (art. 5º) (BRASIL, 2000a).

Convém lembrar, ainda, que o Decreto Federal nº 3.691¹³, de 19 de dezembro de 2000, regulamentou a Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994, que dispunha sobre o transporte de pessoas portadoras¹⁴ de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual, e determinou, em seu art. 1º, que as empresas de transporte deveriam reservar dois assentos de

¹¹ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm>. Acesso em: 30 mai. 2019.

¹² Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110048.htm>. Acesso em: 30 mai. 2019.

¹³ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3691.htm>. Acesso em: 31 mai. 2019.

¹⁴ A Lei 8.899, de 29 de junho de 1994, usava a expressão pessoas portadoras de deficiência.

cada veículo, destinado a serviço convencional, para ocupação das referidas pessoas (BRASIL, 2000b).

A Lei Ordinária nº 10.098¹⁵, de 19 de dezembro de 2000, apresenta conteúdo de maior esclarecimento, em razão de dispor sobre o objeto de estudo da presente tese. Essa lei estabeleceu normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e deu outras providências (BRASIL, 2000c). O inciso I, do art. 2º desta lei, apresenta a definição de acessibilidade, redação dada pela Lei nº 13.146, de 2015:

Acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida (BRASIL, 2015).

Também nessa lei, em seu art. 2º, item III (redação dada pela Lei nº 13.146 de 2015), é evidenciado o conceito de pessoa com deficiência:

aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. (BRASIL, 2015).

No item IV (redação dada pela Lei nº 13.146, de 2015) do art. 2º da mesma lei, a pessoa com mobilidade reduzida tem a sua notoriedade:

aquela que tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentação, permanente ou temporária, gerando redução efetiva da mobilidade, da flexibilidade, da coordenação motora ou da percepção, incluindo idoso, gestante, lactante, pessoa com criança de colo e obeso (BRASIL, 2015).

Tanto a Lei nº 10.048/2000, que dispunha sobre a prioridade no atendimento das pessoas portadoras de deficiência, quanto a Lei nº 10.098/2000, que estabelecia normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade dessas pessoas, foram regulamentadas pelo Decreto nº 5.296¹⁶, de 02 de dezembro de 2004. Esse decreto materializou as políticas públicas de mobilidade e acessibilidade para as pessoas com deficiência (BRASIL, 2004).

¹⁵ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10098.htm>. Acesso em: 31 mai. 2019.

¹⁶ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm>. Acesso em: 31 mai. 2019.

A despeito da deficiência física, o art. 4º do Decreto nº 3.298/99, alterado pelo art. 70 no Decreto nº 5.296/2004, no art. 4º, inciso I, estabelecia originalmente deficiência física como:

alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções (BRASIL, 1999).

Entretanto, a definição de deficiência física foi alterada pelo Decreto nº 5.296/04 para:

alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções (BRASIL, 2004).

No início da década de 1980, o ativista Cândido Pinto de Melo, um dos fundadores do Movimento pelos Direitos das Pessoas Deficientes (MDPD), pensou no dia 21 setembro para celebração do Dia Nacional da Luta das Pessoas com Deficiência. A data foi criada com o intuito de conscientizar a sociedade sobre a importância do desenvolvimento de meios de inclusão das pessoas com deficiência na sociedade. Contudo, somente em 14 de julho de 2005, este dia foi instituído oficialmente por meio da Lei Nº 11.133/2005.

No ano de 2007, foi realizada, em Nova Iorque, a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, e, em 2008, o Congresso Nacional aprovou, por meio do Decreto Legislativo nº 186¹⁷, de 9 de julho de 2008, conforme o procedimento do parágrafo 3º do art. 5º da Constituição, a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo (BRASIL, 2008).

Para assegurar que a acessibilidade transcorra além de concepções físicas, tem-se o Decreto nº 6.949¹⁸, de 25 de agosto de 2009, que promulgou a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, que haviam sido assinados em 30 de março de 2007, na cidade de Nova Iorque, e determinou, em seu art. 9º,

¹⁷ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/CONGRESSO/DLG/DLG-186-2008.htm>. Acesso em: 03 jun. 2019.

¹⁸ Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm>. Acesso em: 03 jun. 2019.

que “[...] os Estados Partes deverão tomar as medidas apropriadas para assegurar-lhes o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas” (BRASIL, 2009).

Em 2015, foi instituído o Estatuto da Pessoa com Deficiência pela Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, gerada do Projeto de Lei nº 6 de 2006, do Senador Paulo Paim. Em seu art. 2º, considera “deficiência toda restrição física, mental ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária e/ou atividade remunerada [...]” (BRASIL, 2015). De acordo com o Parecer do Senado Federal, esse conceito “bem evidencia a existência de um paradigma social, que consiste em fator incisivo na aferição de uma maior ou menor limitação da capacidade” (ARNS, 2006, p. 7), bem como o papel da sociedade nesta maior e menor limitação.

Isso vem ao encontro do pensamento de Girondi e Santos (2011, p. 482), que manifestam a dificuldade de conceituar deficiência devido à sua complexidade, bem como pelo restrito conhecimento da sua plenitude. Os autores ressaltam que

O universo das pessoas com deficiência é muito mais extenso do que se costuma averiguar quando a deficiência é contabilizada em função apenas de um grave comprometimento da capacidade visual, auditiva, intelectual ou motora. Logo, percebe-se que essa condição continua marcada por concepções e práticas do passado que enfatizam a incapacidade e a anormalidade. É justamente através das desordens do corpo que procura-se refletir que ser deficiente é experimentar intersubjetivamente uma vida em que a suposta harmonia do corpo é colocada à prova (GIRONDI e SANTOS, 2011, p. 482).

Outro aspecto levantado por esses autores é a classificação da deficiência. Eles consideram que “a categoria deficiência passa a ser vista como um artifício social de exclusão, que penaliza determinadas pessoas por não atenderem às expectativas da média da população, em termos de aparência, comportamento ou desempenho econômico” (GIRONDI e SANTOS, 2011, p. 303).

O senador Flávio Arns, relator do Parecer do Senado Federal nº 6, de 2006, destaca que “a limitação da capacidade é um produto social, não sendo algo inerente à pessoa com deficiência, mas ao meio em que vive” (ARNS, 2006, p. 7). E, expressa também, que esse ambiente determinará sua história de inclusão ou exclusão. O senador ainda afirmou que “a deficiência reside na pessoa, mas a limitação de sua capacidade reside na sociedade”. Em síntese, as restrições impostas às pessoas com deficiência são proporcionais aos obstáculos impostos pelo meio (ARNS, 2006, p. 8).

No que concerne às políticas de fomento à inclusão de pessoas com deficiência no ensino superior, é primordial apontar que o Ministério da Educação (MEC) utiliza em sua

avaliação (Decreto nº 5.773/2006) o quesito acessibilidade para as pessoas com deficiência – o acesso, a mobilidade e a utilização de equipamentos e instalações das instituições de ensino – como um dos requisitos destinados às condições de oferta de cursos superiores (BRASIL, 2006).

As diretrizes para a acessibilidade em edificações/instalações e equipamentos são amparadas pela Norma Técnica NBR 9.050 (2004) – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos – e também pela Lei de Acessibilidade regulamentada pelo Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro 2004, explicitado anteriormente, e são fundamentais para mitigar as limitações impostas pelo ambiente social (ABNT, 2004b; BRASIL, 2004). Essas normativas foram instituídas para ratificar os direitos determinados na constituição federal de acesso aos espaços públicos, principalmente por pessoas vistas como incapazes.

Esse decreto determina, em seu art. 24, que instituições de ensino de qualquer nível, etapa ou modalidade, de natureza administrativa pública ou privada, devem propiciar a todos as condições de acesso e utilização dos ambientes universitários, tais como: salas de aula, bibliotecas, auditórios, ginásios, instalações desportivas, laboratórios, áreas de lazer, sanitários, entre outros. Para a NBR 9.050/2004, promover acessibilidade significa remover barreiras arquitetônicas, urbanísticas ou ambientais que impeçam a aproximação, transferência ou circulação. Assim, as instituições devem viabilizar aos estudantes com deficiência garantia de acessibilidade às suas dependências (ABNT, 2004b; BRASIL, 2004).

Importante ressaltar a Política Nacional de Saúde da Pessoa com Deficiência, instituída pela Portaria do Ministério da Saúde Nº 1.060 de 05 de junho de 2002, a qual está voltada para a inclusão das pessoas com deficiência em toda a rede de serviços do Sistema Único de Saúde (SUS) e reconhece a necessidade de implementar o processo de respostas às complexas questões que envolvem a atenção à saúde das pessoas com deficiência no Brasil. Tem como diretrizes a promoção da qualidade de vida das pessoas com deficiência, assistência integral à saúde da PcD, prevenção das deficiências, ampliação e fortalecimento dos mecanismos de informação, organização e funcionamento dos serviços de atenção à PcD e capacitação de recursos humanos.

Esta política assegura que:

Toda pessoa com deficiência tem o direito de ser atendida nos serviços de saúde do SUS, desde os Postos de Saúde e Unidades de Saúde da Família até os Serviços de Reabilitação e Hospitais. Tem direito à consulta médica, ao tratamento odontológico, aos procedimentos de enfermagem, à visita dos Agentes Comunitários de Saúde, aos exames básicos e aos medicamentos que sejam distribuídos pelo SUS. [...] São consideradas parte da atenção integral à saúde das pessoas com deficiência

as ações voltadas para sua saúde sexual e reprodutiva, incluindo medicamentos, recursos tecnológicos e intervenções especializadas (BRASIL, 2010b, p. 9-10).

Para o desenvolvimento desta Política, o Ministério da Saúde propôs a criação dos Núcleos de Apoio à Saúde da Família (Nasf – Portaria MS/GM no 154, de 24/1/08), com equipe multiprofissional, que tem como objetivo ampliar a resolutividade das ações de Atenção Básica (BRASIL, 2010b, p. 10).

Considerando a necessidade de ampliar, qualificar e diversificar as estratégias para a atenção à pessoa com deficiência física, auditiva, intelectual, visual, estomia e múltiplas deficiências, foi concebida a Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência por meio da Portaria de Consolidação nº 3/GM/MS de 28 de setembro de 2017, originada da Portaria nº 793 de 24 de abril de 2012, no âmbito do SUS, sendo uma rede de serviços integrada, articulada e efetiva nos diferentes pontos de atenção para atender às pessoas com deficiência, assim como iniciar precocemente as ações de reabilitação e de prevenção precoce de incapacidades (BRASIL, 2013).

Apesar desses avanços, a concepção de deficiência correlacionada à doença que norteia a pessoa com deficiência, alicerçada em suas limitações, lamentavelmente ainda existe, tanto na sociedade quanto nas instituições de ensino. Desconsiderar as inúmeras oportunidades e potencialidades que se dispõem a essa parcela da sociedade é uma percepção decorrente da narrativa médica de deficiência que remonta ao século XVIII.

Ao longo dessa trajetória, esforços foram despendidos no sentido de criar políticas de inclusão social, com vistas a garantir a acessibilidade para as pessoas com deficiência. Por outro lado, faz-se necessária uma reestruturação da sociedade, além da atualização das leis, possibilitando mudanças de atitudes capazes de promover uma acessibilidade realmente efetiva.

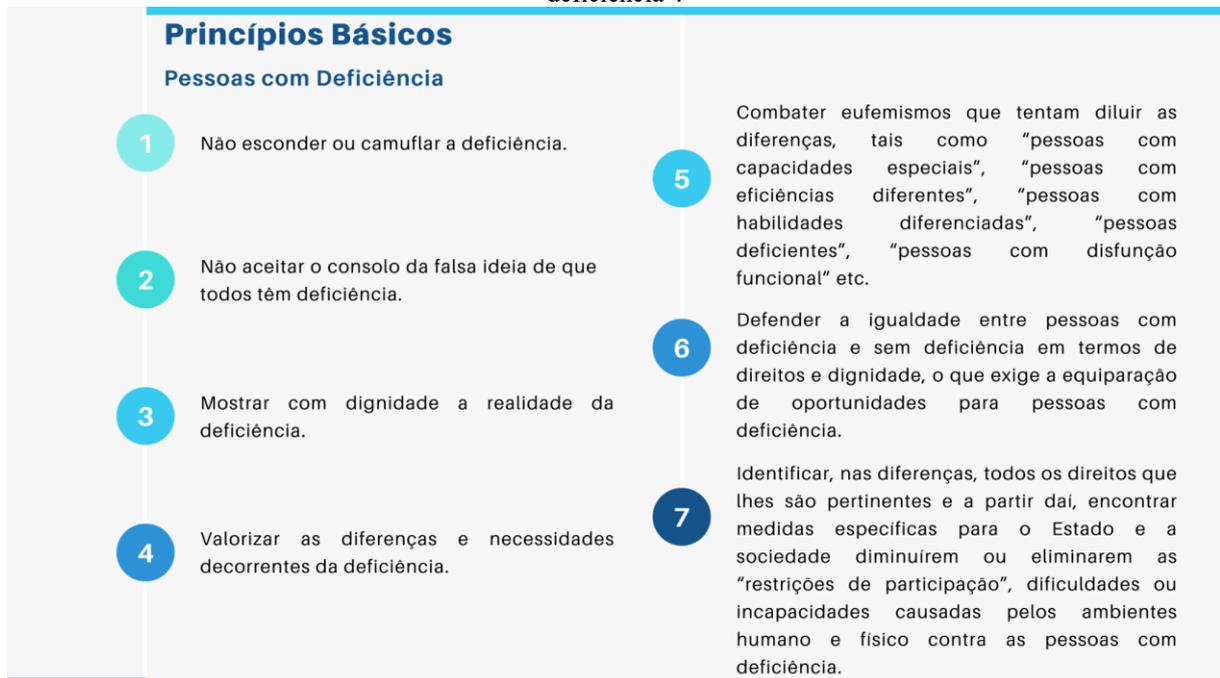
Com vistas às leis e portarias, constata-se que as pessoas com deficiência têm os direitos garantidos específicos. No entanto, ainda são limitados os acessos a esses direitos, uma vez que pessoas com limitações físicas e/ou intelectuais ainda encontram muitos obstáculos. O Brasil tem avançado, gradualmente, nas adequações para mitigar as barreiras, tanto do ponto de vista das atitudes das pessoas, bem como, do planejamento arquitetônico, como forma de atender a estas pessoas com deficiência.

É importante evidenciar a pesquisa realizada por Romeu Kazumi Sasaki, consultor em inclusão, com o propósito de verificar as terminologias utilizadas nas legislações brasileiras, ao longo do período de 1933 a 2017, totalizando 84 anos. Apesar da incorporação de todo o conteúdo da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência à

Constituição Federal do Brasil, através do Decreto Legislativo nº 186, de 9/7/2008, e do Decreto nº 6.949, de 25/8/2009, segundo o consultor, “ainda se verifica – em comunicações escritas e orais – o uso de terminologias superadas ao longo do tempo a partir de 1933” (SASSAKI, 2018).

Sasaki (2006) não só ressaltou que “os movimentos mundiais de pessoas com deficiência, incluindo os do Brasil, já fecharam a questão e querem ser chamados de “pessoas com deficiência”, em todos os idiomas”, como também, apresentou os sete princípios básicos, transcrito a seguir (Figura 1), que nortearam os movimentos a definirem essa terminologia (SASSAKI, 2006, p. 15).

Figura 1 – Princípios básicos que nortearam os movimentos a definirem a terminologia “pessoas com deficiência”.



Fonte: Elaborado pela autora com informações de Sasaki¹⁹.

Sem dúvida a trajetória das terminologias utilizadas da atenção às pessoas com deficiência no Brasil foi extensa, ao longo da história, e, de acordo com Sasaki (2006), “jamais houve ou haverá uma única expressão correta, válida definitivamente em todos os tempos e espaços”. Para entender como se conceberam estas terminologias e seus significados, o autor nos convida a percorrer a trajetória da terminologia, apresentada de forma sucinta, na Figura 2.

¹⁹ Disponível em: <<https://diversa.org.br/artigos/como-chamar-pessoas-que-tem-deficiencia/>>. Acesso em: 05 jun. 2021.

Figura 2 – Trajetória das principais terminologias utilizadas ao longo da história da atenção às pessoas com deficiência no Brasil.



Fonte: Sasaki 2003 adaptado pela autora²⁰.

Para Sasaki (2011), usar a terminologia correta ao discorrer sobre temas que historicamente carregam “preconceitos, estigmas e estereótipos” é imprescindível. Explica ainda que “os termos são considerados corretos em função de certos valores e conceitos vigentes em cada sociedade e em cada época. Assim, eles passam a ser incorretos quando

²⁰ Disponível em: <<https://diversa.org.br/artigos/como-chamar-pessoas-que-tem-deficiencia/>>. Acesso em: 05 jun. 2021.

esses valores e conceitos vão sendo substituídos por outros, o que exige o uso de outras palavras” (SASSAKI, 2011, p. 1).

Sasaki (2011) identificou que uma das razões para os profissionais do legislativo usarem terminologias incorretas é o fato delas ainda constarem na legislação. Na concepção do autor, “o maior problema decorrente do uso de termos incorretos, reside no fato de os conceitos obsoletos, as ideias equivocadas e as informações inexatas serem inadvertidamente reforçados e perpetuados” (SASSAKI, 2011, p. 1).

Diante do exposto, entende-se que o número excessivo de legislações faz diminuir a importância do tema. Isso porque nenhuma legislação ou nomenclatura é tão significativa e representativa que garanta a relevância do tema. Perde-se mais tempo e energia procurando nomear da forma politicamente correta, do que buscando efetivamente ações de inclusão social e de forma eficazes para a conscientização sobre os direitos humanos.

Aos leigos, passa a sensação, e aqui é uma opinião pessoal, de que os especialistas se sentem inseguros com o tema, na medida que em cada ano se discute uma nova nomenclatura e uma nova legislação, em detrimento da necessária discussão sobre os fatores sociais que limitam a capacidade.

O mais importante não é se chamamos a pessoa de “deficiente” ou “pessoa com deficiência”, mas sim se compreendemos que todos nós temos limitações e potencialidades. Portanto, cada um de nós pode ser inserido sem que se discrimine. Este deve ser o foco! Incluir! Respeitar! Valorizar o conceito de que a “limitação da capacidade reside na sociedade”²¹. Portanto, as políticas públicas devem buscar diminuir essas limitações.

1.4 LEGISLAÇÃO ESTADUAL DE MINAS GERAIS: ABORDAGENS PARA AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

Promulgada no ano de 1989, a Constituição do Estado de Minas Gerais foi a primeira legislação estadual a garantir direitos às pessoas com deficiência. Em seu art. 10, o texto ressalta que o “apoio e assistência ao portador de deficiência e sua integração social” tornar-se-iam uma competência do Estado. Todavia, não deixou de apontar a União e os Municípios

²¹ BRASIL. Senado Federal. Da Comissão de Direitos Humanos e Legislação Participativa, sobre o Projeto de Lei do Senado nº 6, de 2003, que Institui o Estatuto do Portador de Deficiência e dá outras providências. Parecer normativo n.º 1.268 de 12 de dezembro de 2006. Relator: Senador Flávio Arns. p. 8 Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4273412&ts=1630444738890&disposition=inline>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

como corresponsáveis nas tarefas de “cuidar da saúde e assistência pública, da proteção e a garantia do portador de deficiência” (MINAS GERAIS, 1989).

Ainda no que se refere aos aspectos de saúde, o art. 190 prevê que ao Estado compete, além de outras prerrogativas instituídas em leis federais, “executar as ações de prevenção, tratamento e reabilitação, nos casos de deficiência física, mental e sensorial”, na esfera do Sistema Único de Saúde (SUS) (MINAS GERAIS, 1989).

Uma conquista muito importante foi o fato de a lei garantir, em seu art. 28, um percentual de vagas no setor público para as pessoas com deficiência, assegurando-lhes (art. 36) os benefícios instituídos por lei aos servidores estaduais como um “regime próprio de previdência” (MINAS GERAIS, 1989). Quanto a isso, a Constituição aponta, ainda, a possibilidade de se apropriar de “requisitos e critérios diferenciados” para a aposentadoria de pessoas “portadoras de deficiência”, visto os aspectos limitantes de cada situação.

Um outro ponto abordado, no art. 121, inciso I, é quanto aos estabelecimentos de cunho prisional ou que abriguem pessoas nessa condição – bem como idosos, menores ou incapazes –, incumbidos pela Constituição do Estado de Minas Gerais ao Ministério Público, que, além das prerrogativas previstas na Constituição Federal e nas leis, tem a função de fiscalizar tais instalações, garantindo o cumprimento das normas e diminuindo as limitações impostas a essas pessoas.

Do ponto de vista da Educação, as pessoas com deficiência se viram amparados pela Constituição no que tange a diversos aspectos fundamentais para a garantia da sua permanência e acessibilidade na escola. O art. 198, inciso III, garante o direito ao “atendimento educacional especializado [...], preferencialmente na rede regular de ensino, com garantia de recursos humanos capacitados e material e equipamentos públicos adequados, e de vaga em escola próxima à sua residência” (MINAS GERAIS, 1989). O mesmo artigo, em seu inciso IV, assegura “apoio às entidades especializadas, públicas e privadas, sem fins lucrativos, para o atendimento ao portador de deficiência”.

Além disso, na busca por incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias que visem a prevenir ou contribuir para a melhoria de vida das pessoas com deficiência, o art. 213, inciso I, alínea b, da Constituição Estadual, destaca a possibilidade de “isenções, incentivos e benefícios fiscais” para empresas privadas que promovam pesquisas nas áreas de medicina preventiva e terapêutica e que, além da publicação e divulgação dos resultados dessas pesquisas, “produzam equipamentos especializados destinados ao uso de portador de deficiência” (MINAS GERAIS, 1989).

Já o art. 224 reforça a competência do Estado nas ações de prevenção das deficiências, enfatizando a importância dessa abordagem durante a gestação e a infância. Da mesma maneira, reafirma a necessidade de promover a integração social, a acessibilidade, a anulação de preconceitos, a participação nas formulações de políticas que assegurem direitos a essas pessoas, um atendimento especializado nas esferas militares e públicas e, até mesmo, acesso aos meios televisionados (nas emissoras oficiais do Estado), por meio da adoção de intérpretes de libras para deficientes auditivos. Menciona, ainda, sua responsabilidade quanto aos servidores do Estado acometidos por deficiência durante o exercício da profissão, garantindo toda a assistência necessária à “adaptação às novas condições de vida” (MINAS GERAIS, 1989).

Por fim, em seu art. 295, a Constituição do Estado de Minas Gerais evidencia a necessidade de levantar dados estatísticos que envolvam as pessoas portadoras de deficiência e suas condições de vida, no intuito de obter orientação para o planejamento das ações públicas que visem atender a essa parcela da população (MINAS GERAIS, 1989).

Posteriormente, em 09 de dezembro de 1994, foi sancionada a Lei nº 11.666 cuja finalidade era estabelecer “normas para facilitar o acesso dos portadores de deficiência aos edifícios de uso público” (MINAS GERAIS, 1994), seguindo o que foi estabelecido anteriormente nos art. 227, parágrafo 1º, da Constituição Federal, e 224, inciso I, da Constituição Estadual.

Essas legislações contribuíram para o surgimento de muitas mudanças nos aspectos arquitetônicos dos prédios públicos, e, dessa maneira, abriram as portas para se pensar em novos requisitos relacionados à acessibilidade em outras edificações.

Além disso, à medida que as melhorias vinham sendo implantadas, e verificadas as carências, a legislação foi sendo alterada e/ou acrescida de novas redações, levando em conta os aspectos relacionados às pessoas com deficiência constantes nas seguintes leis: 15.380, de 29/09/2004; 15.816, de 16/11/2005; 17.785, de 23/09/2008 e 18.009, de 07/01/2009.

Desse modo, a nova lei, nº 11.666/94, previa que todo o projeto de ordem pública, arquitetônico ou de engenharia, em fase de elaboração ou execução, bem como nas edificações que estivessem passando por reformas, estariam sob a sua vigência. Além disso, estariam obrigados a observar as especificações técnicas que deveriam ser adotadas a partir de então, como dimensões mínimas, disposição de objetos e ambientes, dispositivos de proteção etc. Tudo isso, pensando não somente no público em geral, mas também em proporcionar um ambiente acessível a todas as pessoas, principalmente àquelas com limitações físicas, como idosos e pessoas com deficiência (MINAS GERAIS, 1994).

Dessa maneira, o art. 3º faz referência a várias condicionantes a serem atendidas para que o ambiente possa se tornar acessível. Por exemplo, o inciso I, alínea a, aborda um aspecto muito importante relacionado à circulação e mobilidade, pois o fato de se adotar corredores e vãos de portas com dimensões inadequadas impossibilitavam cadeirantes de ter acesso a certos locais. Assim, a redação estabeleceu uma largura mínima de passagem, mencionando, ainda, especificações acerca do piso: “nos corredores e passagens, largura mínima de 1,90m (um metro e noventa centímetros) e piso revestido com material não escorregadio, regular, contínuo, durável, não interrompido por degraus” (MINAS GERAIS, 1994).

Outro ponto muito importante abordado no mesmo artigo, em seu inciso VIII, é sobre as instalações sanitárias. Nos prédios públicos, elas também são consideradas áreas acessíveis e devem atender às exigências estabelecidas na legislação quanto às suas dimensões (banheiros e lavabos), características dos pisos, lavatórios e vasos sanitários. Nas instalações de uso coletivo, devem ser reservados um “mínimo de 10%” para uso de pessoas com deficiência (MINAS GERAIS, 1994).

Já no inciso XIII deste mesmo artigo, menciona-se os parâmetros de acessibilidade que devem ser adotados pelos bancos para o devido atendimento às “pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida”, ressaltando-se a necessidade da presença de “placas indicativas no interior das edificações para a adequada circulação de portadores de deficiência auditiva” e de “cadeira de rodas ou outro veículo que lhes possibilite a locomoção” (MINAS GERAIS, 1994).

Em síntese, entre inclinações de rampas, dimensões de portas e elevadores, larguras e profundidades das escadas e mais, a legislação estadual trouxe novas possibilidades para que as pessoas com deficiência pudessem, finalmente, se verem incluídas, respeitando-se literalmente o seu direito de ir e vir.

Todavia, foi apenas no ano de 2004 que o Decreto nº 43.926, de 09 de dezembro, em seu art. 1º, veio para regulamentar a Lei nº 11.666/94 e, finalmente, instituir o Programa Acessibilidade Minas, no intuito de tornar mais fácil o acesso aos prédios públicos, para que pessoas com deficiência, idosos e qualquer outro, numa situação de mobilidade reduzida, pudessem frequentar tais espaços sem dificuldades (MINAS GERAIS, 2004b).

Em suma, seu objetivo era colocar em prática o disposto na Lei nº 11.666/94, com todas as suas orientações e especificações técnicas, atribuindo, para tanto, as responsabilidades de coordenação, despesas e execução do Programa à Secretaria de Estado e Desenvolvimento Social e Esportes (SEDESE), Secretaria de Estado de Transportes e Obras

Públicas (SETOP) e Departamento de Obras Públicas do Estado de Minas Gerais (DEOP/MG), respectivamente (MINAS GERAIS, 2004b).

É válido ressaltar, também, que as dificuldades de locomoção, adaptação ou mesmo de aprendizagem podem interferir para que muitas crianças, adolescentes e jovens tenham seus estudos comprometidos, causando abandono ou déficit escolar, algo que se reflete nas salas de aula das universidades.

Diante disso, e com objetivo de criar oportunidades para que as pessoas com deficiência, bem como indígenas, pessoas carentes e afrodescendentes pudessem ter maiores chances de ingressar na academia, foi instituído pela Lei nº 15.259, de 27 de julho de 2004, em seu art. 1º, o “sistema de reserva de vagas na Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG e na Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes” para os grupos mencionados (MINAS GERAIS, 2004a). Tal lei, em seu art. 5º, parágrafo 2º, atribui um percentual de 45% de reservas para o grupo, sendo que, desse número, 5% são para candidatos(as) com deficiência. Apesar dessa importante conquista, alguns fatores precisam ser analisados para a efetiva integração do candidato ao curso pretendido. Essa avaliação é feita pela instituição de ensino que “avaliará, previamente, à realização do processo seletivo, a compatibilidade do curso pretendido com as especificidades da deficiência apresentada pelo candidato” (MINAS GERAIS, 2004a), possibilitando, dessa maneira, até mesmo um direcionamento adequado.

Por outro lado, ao receber o aluno com algum tipo de deficiência, tal lei determina, em seu art. 7º, parágrafo único, que a instituição deve cumprir com os requisitos de acessibilidade constantes nas legislações e adequações “didático-pedagógicas e administrativas”, para garantir-lhe um bom atendimento em todos os seus setores, havendo, portanto, a necessidade de “promover a capacitação de recursos humanos e realizar as adaptações necessárias em sua infraestrutura, de modo a possibilitar a plena integração do aluno portador de deficiência à vida acadêmica” (MINAS GERAIS, 2004a).

Já em 2005, com a pauta envolvendo a acessibilidade em alta nos meios acadêmicos – principalmente nos cursos de Arquitetura e Engenharia, bem como no Direito –, foi convocada a 1ª Conferência Estadual dos Direitos da Pessoa com Deficiência, por meio do Decreto sem número, de 24 de agosto de 2005, que mais tarde foi revogado pelo também Decreto sem número, de 29 de setembro de 2005, alterando tão somente as datas de realização da Conferência, passando, portanto, para os dias 12 e 13 de dezembro do mesmo ano.

A Conferência foi coordenada pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social e Esportes (SEDESE) – a mesma responsável pela coordenação do Programa Acessibilidade

Minas – e contou com o tema: “Acessibilidade – você também tem compromisso” (art. 3º). Ela deveria ser “precedida de conferências municipais ou fóruns regionais” (art. 2º), incentivando, dessa forma, a responsabilidade de todas as instâncias governamentais nos aspectos de acessibilidade (MINAS GERAIS, 2005a; 2005b).

Em um outro momento importante, por meio da Lei nº 18.184, de 02 de junho de 2009, em seu art. 10, as pessoas com deficiência se viram incluídas e tendo seus direitos de acesso e mobilidade respeitados. A lei estadual estabelece normativas para que os jogos olímpicos e paraolímpicos pudessem ocorrer sem prejuízo ao patrimônio público e ao meio ambiente, com o devido planejamento e organização das finanças, uma segurança adequada, bem como melhorias e novas obras destinadas ao evento. Ademais, trouxe prerrogativas destinadas à inclusão das pessoas portadoras de deficiência no quadro de “trabalhadores temporários” e reforçou a necessidade do respeito às normas de acessibilidade constantes nas legislações para as obras destinadas aos jogos olímpicos (MINAS GERAIS, 2009).

Posteriormente, em 04 de março de 2011, foi criada a “Comissão de Defesa dos Direitos da Pessoa com Deficiência”, por meio da Resolução nº 5.344 (art. 1º), constante no Regimento Interno da Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, objetivando o diálogo e ações que garantam a efetiva validação de seus direitos (MINAS GERAIS, 2011a).

O texto enfatiza, ainda, em seu art. 102, item XX, a importância do trabalho, visando a garantia da “defesa dos direitos da pessoa com deficiência”, além de promover a integração social, também por meio de “políticas de acessibilidade”, bem como uma necessária “fiscalização e acompanhamento dos programas” destinados a esse público, reforçando sempre a relevância de se promover informações acerca das conquistas adquiridas ao longo do tempo (MINAS GERAIS, 2011a).

Em seguida, foi instituída a “Política de acessibilidade para a pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida”, através da Resolução nº 5.350 (art. 1º), de 19 de dezembro de 2011 (MINAS GERAIS, 2011b).

Além das outras legislações concernentes ao assunto, essa norma (art. 3º) foi implantada no âmbito da Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, cujo papel, no texto, é o de adotar medidas para garantir oportunidades às pessoas enquadradas nas situações de deficiência ou mobilidade reduzida. De igual modo, visava elaborar e implementar projetos que visem a uma melhor qualidade de vida, trabalhar no combate ao preconceito, no envolvimento e na participação dessas pessoas em sociedade, e dá outras providências (MINAS GERAIS, 2011b)

Os objetivos apresentados nessa nova normativa enfatizam a importância da acessibilidade nos ambientes físicos e são elencados no art. 4º. Entre os doze incisos desse artigo, pode-se destacar a eliminação de barreiras físicas e arquitetônicas, tecnológicas e de comunicação, a facilitação à orientação dessas pessoas, mantendo sinalização ambiental e locais de atendimento prioritário, bem como adequações no ambiente de trabalho (MINAS GERAIS, 2011b).

Do mesmo modo, a lei incentiva a contratação de pessoas com deficiência para o quadro de trabalhadores da Assembleia Legislativa, buscando promover a sua participação no ambiente de trabalho de forma ativa. Ela também apoia melhorias educacionais e tecnológicas para o atendimento a esse grupo e campanhas que visem a acabar com preconceito o qual por sua vez, cria muitas barreiras e impede ou atrapalha a efetiva integração dessas pessoas na sociedade.

Por fim, ainda no ano de 2011, foi instituído, a partir da Lei nº 12.462, de 04 de agosto, o “regime diferenciado de contratações públicas [RDC], no âmbito do poder executivo”, posteriormente, regulamentado pelo Decreto nº 46.160, de 22 de fevereiro de 2013, que também tratou de questões envolvendo os direitos das pessoas com deficiência.

Em seu art. 6º, parágrafo 1º, inciso VI, o referido decreto determina a indispensabilidade do respeito às normas concernentes à “acessibilidade para o uso por pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida” (MINAS GERAIS, 2013). Para cumprir o disposto no art. 6º, elas devem, portanto, ser observadas nas contratações do RDC. Esse, por sua vez, ao lançar “instrumento convocatório das licitações” para obras, em seu art. 89, deve disponibilizar anteprojeto, no intuito de orientar e dirimir eventuais dúvidas, constando, entre outros pontos, “os parâmetros de adequação ao interesse público, à economia na utilização, à facilidade na execução, aos impactos ambientais e à acessibilidade” (MINAS GERAIS, 2013).

Por todas essas colocações, torna-se urgente e necessário que a legislação do direito das pessoas com deficiência ganhe efetividade, pois esse grupo apresenta condições de vulnerabilidade e, além disso, é ainda vítima de preconceito e discriminação. É imprescindível, portanto, que a sociedade em geral e o Estado se posicionem de forma mais veemente no enfrentamento do problema, não apenas na elaboração de leis, mas no real cumprimento delas.

1.5 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL: ABORDAGENS RELACIONADAS ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

No intuito de deliberar, controlar e fiscalizar a política de atendimento às pessoas com deficiência, no município de Governador Valadares, Minas Gerais, foi criado, de acordo com a Lei nº 4.943, de 27 de dezembro de 2001, em seu art. 1º, o Conselho Municipal da Pessoa com Deficiência (GOVERNADOR VALADARES, 2001, art. 1º), composto por “Representantes governamentais” e “Representantes de entidades não governamentais que se destinam ao atendimento das pessoas com deficiência” (art. 4º), podendo contar com o apoio de outras pessoas e instituições, relacionadas no art. 6º desta lei, desde que sob a coordenação do Conselho.

Os programas destinados ao atendimento às pessoas com deficiência são relacionados no art. 3º da legislação, o qual menciona:

- I - programas para avaliar, fiscalizar, propor e acompanhar o repasse e a aplicação dos recursos oriundos de iniciativa pública ou privada;
- II - programa para implementar a execução de diretrizes básicas da política municipal voltada para as pessoas portadoras de deficiência, junto às secretarias municipais e de acordo com a Lei Orgânica Municipal, a Lei Orgânica de Assistência Social e as conclusões extraídas da Conferência Municipal de Assistência Social e ou seminário específico;
- III - programas e serviços sociais básicos de educação, saúde, recreação, esporte, cultura, lazer, profissionalização e outros que assegurem o desenvolvimento físico, mental e social das pessoas portadoras de deficiência;
- IV - campanhas junto à opinião pública informando sobre os direitos assegurados às pessoas portadoras de deficiência (GOVERNADOR VALADARES, 2001).

Já as competências do Conselho são descritas no art. 8º, que, em suma, trata dos aspectos políticos e democráticos comuns a um conselho, bem como daqueles específicos relacionados à política de atendimento à pessoa deficiente no âmbito do município.

Por outro lado, devido à necessidade de se manter um tratamento contínuo com profissionais das áreas de saúde, como fisioterapeutas e ortopedistas, a exemplo das pessoas com deficiências físicas, foi criado o Programa de Transporte Coletivo Público Municipal Gratuito (Passe Livre) que tem, como objetivo, atendê-las fornecendo-lhes transporte gratuito e estendendo o benefício às pessoas em situação de tratamento de saúde, além do acompanhante, conforme Decreto nº 10.445, de 18 de novembro de 2016, que regulamentou a Lei nº 6.058/2009, com alterações dada pela Lei nº 6.722/2016. 2016 (GOVERNADOR VALADARES, 2009b, 2016c, 2016d).

Assim, entre muitos outros pontos importantes a serem observados, resumidamente, o texto explica que, quanto ao direito ao benefício, esse somente será fornecido desde que atendido o disposto no art. 4º do decreto, inciso II, no que tange à comprovação da deficiência “por Laudo Médico e constatada por visita domiciliar e por Laudo Social” (GOVERNADOR VALADARES, 2016d).

A empresa responsável pela confecção e entrega do cartão de passe livre é a concessionária de transporte público do município, ficando o cadastramento dos beneficiados a cargo da Secretaria Municipal de Assistência Social (SMAS) (GOVERNADOR VALADARES, 2016d).

Além disso, há um incentivo fiscal no setor de mobilidade urbana direcionado à empresa prestadora de serviços e transporte público, que colabora para que as pessoas com deficiência e seus acompanhantes possam ter acesso gratuito ao meio de transporte. Dessa maneira, a Lei Complementar nº 132, de 21 de dezembro de 2009, em seu art. 1º, parágrafo único, estabelece descontos de 33% e 66% sobre determinados impostos, no intuito de “subsidiar o Passe Livre no Transporte Coletivo Público Municipal às Pessoas com Deficiência e seus Acompanhantes” (GOVERNADOR VALADARES, 2009a).

Outra medida implantada pelo município a favor das pessoas com deficiência e idosas, desta vez objetivando maior celeridade no atendimento em unidades básicas de saúde, foi o fato delas poderem agendar suas consultas via telefone, de acordo com a Lei nº 6.399, de 06 de setembro de 2013 (GOVERNADOR VALADARES, 2013). Tais unidades básicas são compreendidas como “as UBS e Postos de Programa da Saúde da Família”, conforme disposto no art. 1º, parágrafo único, da Lei nº 6.457, de 07 de janeiro de 2014 (GOVERNADOR VALADARES, 2014a).

No “Sistema de Estacionamento Rotativo Pago – Zona Azul” da cidade, estão previstas vagas para “Estacionamento Especial, rotativas ou não rotativas, destinadas às pessoas portadoras de deficiências que tenham dificuldade de locomoção e aos idosos”, conforme Decreto nº 10.399, de 25 de julho de 2016, em seu art. 1º (GOVERNADOR VALADARES, 2016b). Além disso, esses indivíduos ficam isentos do pagamento do estacionamento, no caso, do bilhete de Zona Azul, de acordo com o especificado no art. 8º, item IV, do mesmo decreto.

Ainda no que diz respeito aos estacionamentos destinados ao público com mobilidade reduzida, foi instituída pela Lei nº 6.556, de 1º de setembro de 2014, em seu art. 1º, a “Campanha Multa Moral nos Estacionamentos Públicos e Privados”, que visa o respeito às vagas de estacionamento reservadas a essas pessoas (GOVERNADOR VALADARES,

2014c). Além de trabalhar de forma informativa e educativa, com a distribuição de panfletos descrevendo os direitos quanto a esse estacionamento, também especifica as normativas para que os idosos, pessoas portadoras de deficiência e gestantes possam usufruir dessas reservas, conforme credenciamento no órgão de trânsito da cidade.

Acerca do Programa *Minha Casa, Minha Vida* no município, as pessoas com deficiência contam com uma reserva num percentual de “3% das unidades habitacionais de cada empreendimento”. Isso, de acordo com art. 5º, inciso II, do Decreto de nº 10.381, de 16 de maio de 2016, que discorre sobre os aspectos necessários à participação e seleção das famílias no programa habitacional. Ressalta-se que o benefício contempla diretamente os (as) participantes com deficiência e, igualmente, as famílias que tenham pessoas nessas condições, de acordo com o art. 3º, letra c, do mesmo decreto (GOVERNADOR VALADARES, 2016a).

Paralelamente ao mencionado no parágrafo acima, num decreto anterior, nº 6.128, de 22 de setembro de 2010, prevê-se que as pessoas nas condições acima citadas, incluindo, neste caso, também os idosos, têm direito à escolha de seus apartamentos em andar térreo, devido à deficiência física ou à mobilidade reduzida. Todavia, o art. 2º, inciso I, do mesmo decreto, estabelece que, para as pessoas com deficiência física, a reserva dar-se-á somente nos casos de “Deficiência irreversível, em qualquer grau, que impossibilite, dificulte ou diminua a capacidade de locomoção do indivíduo ou crie nele dependência de seus familiares, exigindo cuidados especiais” (GOVERNADOR VALADARES, 2010a).

Em relação à agenda cultural do município, ficou instituído em tal decreto, em seu art. 1º, a realização anual da Semana Cultural do Artista Especial (GOVERNADOR VALADARES, 2004), em comemoração ao Dia Internacional das Pessoas com Deficiência, que acontece na semana do dia 03 de dezembro, conforme a Lei Municipal nº 5.296, de 12 de março de 2004.

Concomitante a isso, no ano de 2005, foi reforçada a importância dessa comemoração com o disposto na Lei nº 5.501, de 15 de dezembro, bem como através do tema da Semana do Artista Especial, que, entre outros objetivos, busca integrar a comemoração “ao Programa Arte sem Barreiras, desenvolvido pela Fundação Nacional de Arte-Funarte” (GOVERNADOR VALADARES, 2005, art. 4º). Nessa Semana, busca-se apoio financeiro de entidades particulares e privadas para a realização do evento.

Já a Política Municipal de Turismo, Lei nº 6.834, de 27 de outubro de 2017, menciona, em seu texto, o dever de garantir a inclusão social dos cidadãos de Governador Valadares, Minas Gerais, com foco no “contexto turístico local”, dando importância à “valorização e elevação da qualidade de vida dos munícipes”. E, para que isso seja possível, objetiva, entre

outras coisas, “assegurar a igualdade de acesso [...] às áreas públicas de recreação”, “sensibilizar a comunidade [...] sobre a inclusão de pessoas com deficiência” e “contribuir para a elaboração de políticas públicas, planos e projetos de acessibilidade” (GOVERNADOR VALADARES, 2017, art. 4º, incisos VIII, XVIII e XIX).

Uma outra conquista muito importante no âmbito municipal, com vistas a um atendimento de qualidade e inclusivo, veio com a Lei nº 6.127, de 22 de setembro de 2010, a qual propõe que os estabelecimentos comerciais de roupas e similares devem adequar seus provedores de forma que estejam acessíveis para os(as) clientes com deficiência ou com mobilidade reduzida. Assim, os comerciantes podem se valer do art. 2º da referida legislação para adequar o ambiente às dimensões mínimas e cumprir com as demais instruções nela estabelecidas, estando sujeitos a penalizações, conforme o art. 3º, caso assim não o faça (GOVERNADOR VALADARES, 2010b).

Também relacionada ao comércio, a Lei nº 6.686/2015 obriga as revendedoras e concessionárias de veículos “a fixar, em local de fácil visualização, cartazes ou placas, informando aos consumidores as isenções de impostos e tributos, garantidos por lei, às pessoas com deficiência, ou portadoras de moléstias graves” (art. 1º). Além disso, o art. 2º da mesma legislação estabelece as dimensões da placa ou cartaz a ser implantado, devendo conter o seguinte dizer: “o consumidor com deficiência ou portador de moléstia grave tem direito à isenção de tributos previstos em lei. Solicite informações com nossos vendedores” (GOVERNADOR VALADARES, 2015b).

Já com o objetivo de contribuir para a colocação das pessoas com deficiência no mercado de trabalho, a Lei nº 6.524, de 16 de maio de 2014, cria uma central de empregos destinados a esse público, na qual realizaram-se levantamentos acerca das vagas existentes no município e se fornece tal informação ao candidato, que pode ser cadastrado no seu sistema (GOVERNADOR VALADARES, 2014b).

Na área da educação, o Plano Municipal de Educação (PME) da cidade de Governador Valadares, aprovado pela Lei nº 6.636, de 24 de junho de 2015, apesar de não abordar questões específicas destinadas às crianças, adolescentes e jovens com deficiência, estabelece diretrizes para que esses se vejam incluídos no sistema educacional, com vistas a um ensino igualitário, conforme os itens II, III, VI e VII do art. 1º da referida lei, que tratam da “universalização do atendimento escolar”, da “superação das desigualdades” e “promoção do princípio da gestão democrática da educação pública”, bem como da “humanística, científica, cultural e tecnológica” (GOVERNADOR VALADARES, 2015a).

Por tudo o que foi discutido neste capítulo, é imprescindível que todos sejam sensibilizados a se conscientizar, entendendo que as oportunidades precisam ser niveladas, as desigualdades reduzidas, e as pedras, mais do que nunca, retiradas do caminho desses cidadãos. Somente assim será possível mitigar a discriminação vivida por essas pessoas, que, por anos, são excluídas da sociedade.

2 O CASO DA UNIVALE

2.1 O CONTEXTO DA PESQUISA

Tudo o que aqui é contado aconteceu. O autor escreve tal como a memória guardou.

(Calella de la Costa)

Este capítulo aborda o caso da UNIVALE, tomada como campo da pesquisa, no qual o contexto dela é apresentado em todos os seus aspectos: o perfil de alunos e funcionários com deficiência, bem como o Plano Institucional de Inclusão e Acessibilidade. Assim, evidenciando a situação das pessoas com deficiência na universidade.

Apresentar o campo deste estudo não é tarefa fácil, uma vez que, em vários momentos, minha história se cruza com a história da UNIVALE, a começar pelo fato de eu ser valadarense de coração. A UNIVALE foi criada em 1967, e eu sou valadarense desde 1980, quando, com apenas 8 anos de idade, aportei-me nesta cidade. Isso me permitiu acompanhar essa universidade em seus primeiros passos e crescer com ela. Foi nela que vivi a experiência de me tornar uma mulher comprometida com a engenharia civil, curso em que me formei em 2006 e do qual, posteriormente, me tornei coordenadora. Aprendi muitas coisas nesse percurso, especialmente a pensar a engenharia na perspectiva ambiental, o que me permitiu, ainda, vivenciar, desde 2017, a grande responsabilidade de ser pró-reitora de graduação. Assim, como egressa, gestada e educada a partir dos princípios que regem a UNIVALE, é possível que a apresentação deste contexto de pesquisa esteja eivada de muito amor e de muito *Orgulho em pertencer*²².

Segundo consta no Plano de Desenvolvimento Institucional de 2020 (PDI), a UNIVALE é uma instituição de ensino superior de direito privado, de caráter filantrópico, e encontra-se localizada em Governador Valadares, Minas Gerais. A instituição originou-se do antigo Minas Instituto de Tecnologia (MIT) e foi reconhecida como universidade pela portaria 1.037 do Ministério da Educação, publicada em 09 de julho de 1992. Sua missão é “construir e compartilhar o conhecimento por meio da formação de profissionais competentes, éticos e comprometidos com o desenvolvimento humano e regional”. Tem por visão “ser referência como instituição educacional inovadora, comunitária e inclusiva” e é pautada em valores,

²² Programa de valorização dos profissionais que atuam na UNIVALE, proposto por mim em 2019.

como “o compromisso com a excelência na formação, a responsabilidade social e ambiental, comportamento ético, transparência na comunicação, respeito à vida e à pluralidade, resiliência, empatia e cuidado com as pessoas” (UNIVALE, 2020).

A UNIVALE está situada às margens do rio Doce e tem, privilegiadamente, às margens desse rio o seu quintal. Por essa razão, compartilha com ele as dores da degradação, da excessiva poluição e dos constantes desastres advindos, como será mostrado neste trabalho, da prática de extração de minério de ferro, que ocorre de forma contundente em Minas Gerais.

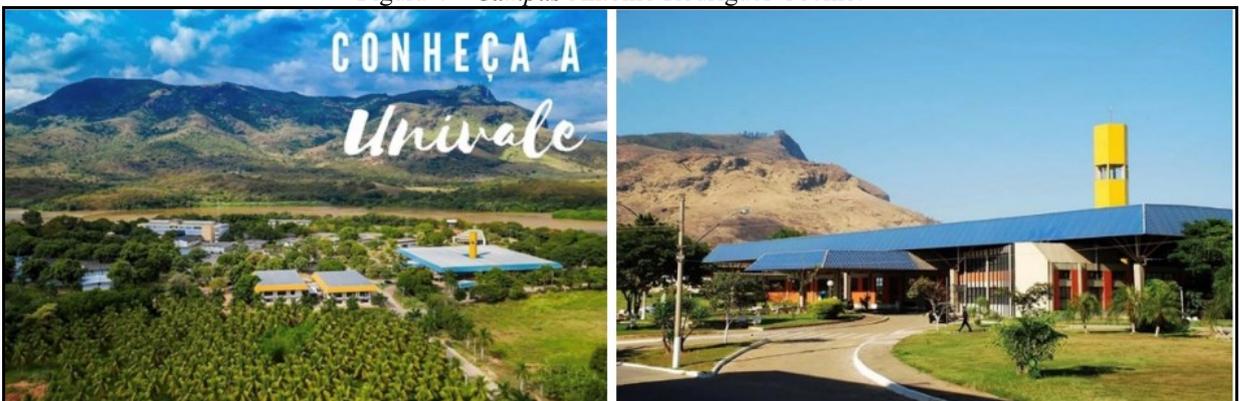
A instituição possui um cenário privilegiado, colorido por muitas flores, animais e árvores. Possui dois *campi*, o *campus* Armando Vieira (Figura 3) e o *campus* Antônio Rodrigues Coelho (Figura 4):

Figura 3 – *Campus* Armando Vieira.



Fonte: Assessoria de Comunicação Organizacional (ASCORG) da UNIVALE (2019).

Figura 4 – *Campus* Antônio Rodrigues Coelho.



Fonte: Assessoria de Comunicação Organizacional (ASCORG) da UNIVALE (2019).

A administração da UNIVALE é feita por sua mantenedora, a Fundação Percival Farquhar (FPF), entidade civil, comunitária, sem fins lucrativos. Destaca-se, nesta

apresentação, um dado interessante nos documentos institucionais, qual seja, o objetivo com o qual a UNIVALE foi criada:

Oferecer o Ensino Superior, inicialmente na área da Engenharia (Civil, Elétrica, Mecânica e Metalúrgica) e reunir pessoal capacitado para executar estudos e pesquisas capazes de contribuir efetivamente para o desenvolvimento econômico, social, cultural, científico e tecnológico da região do Vale do Rio Doce (UNIVALE, 2020, p. 15).

Percebe-se que o que inspirou os instituidores a criarem a UNIVALE foi o desejo de promover, por meio da educação, o desenvolvimento regional e, segundo o PDI, promover a “elevação do capital social e cultural da população” (UNIVALE, 2020). Portanto, a UNIVALE nasceu por meio de uma iniciativa comunitária e tem como princípio básico constante no seu PDI: “participar do desenvolvimento político-cultural, socioeconômico, científico e tecnológico, com ênfase na atuação na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, por intermédio da formação superior de qualidade, da pesquisa e da inserção social e comunitária” (UNIVALE, 2020, p. 15 e 22).

Em sua trajetória, a partir da pesquisa e com ela, essa universidade sempre buscou contribuir com o desenvolvimento da região do Leste de Minas. E foi dessa vocação que surgiu a parceria entre a UNIVALE e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que se materializou pelo Programa de Doutorado Interinstitucional (DINTER). Logo, espera-se criar uma sinergia na qual, através da aplicabilidade desta pesquisa, ocorra melhorias na acessibilidade local e nas condições ambientais, sem as quais nenhum desenvolvimento pode ser pensado:

A Universidade Vale do Rio Doce – Univale busca seu aprimoramento continuamente, objetivando manter a qualidade do ensino, promovendo a atualização do corpo docente e ofertando uma infraestrutura diferenciada que ofereça a cada curso laboratórios e recursos pedagógicos necessários à otimização do processo ensino-aprendizagem. (UNIVALE, 2020, p. 61)

A proposta educativa da UNIVALE busca, através da valorização dos saberes científicos e outros saberes — como o saber popular —, solidificar a cultura e a integração social e política, de modo que tudo que seja produzido intramuros possa ser integrado e colocado à disposição da comunidade.

Assim sendo, a proposta desta pesquisa alinha-se com a lógica da produção de um conhecimento colocado a serviço de uma região degradada ambientalmente, mas, ao mesmo

tempo, disposta a se reencontrar e se (re)colocar nos trilhos do desenvolvimento, gerando o bem-estar da comunidade.

Segundo o PDI da Univale,

O estabelecimento de uma política de acessibilidade voltada à inclusão plena dos estudantes com necessidades educacionais especiais e/ou mobilidade reduzida, envolve o planejamento e a organização de recursos e serviços para a promoção da acessibilidade arquitetônica, nas comunicações, nos sistemas de informação e nos materiais didáticos e pedagógicos durante o processo ensino e aprendizagem. Tendo em vista que a acessibilidade pressupõe medidas que vão além da dimensão arquitetônica e abrange a articulação dos princípios e dos valores que estão subjacentes à formulação das políticas e das práticas institucionais no âmbito pedagógico e da gestão, inclui o campo legal, curricular, das práticas avaliativas, metodológicas e a sensibilização de toda a comunidade acadêmica para o desenvolvimento da educação inclusiva (UNIVALE, 2020, p. 268).

No âmbito da educação superior, encontramos a acessibilidade relativa a diversas dimensões, que já começa com a acessibilidade atitudinal a qual propõe a vivência do aprender a respeitar as diferenças, sem preconceitos. Mas ela também passa pela arquitetônica, que seprojeta, além da eliminação de barreiras físicas, em construção de rampas, banheiros e pisos adaptados, e passa, também, pela esfera do mundo digital, que, por meio da tecnologia — principalmente a social —, utiliza-se de diferentes recursos e técnicas para que os estudantes tenham acesso à informação e formação profissional em igualdade de condições.

Por tudo isso, por meio desta pesquisa, espero também fazer a minha parte. Desejo colocar todo o arcabouço teórico-metodológico adquirido em minha formação, principalmente no doutorado, na execução desta tarefa, visando devolver à UNIVALE e à região parte da contribuição recebida na construção da minha história.

2.2 PERFIL DE ALUNOS E FUNCIONÁRIOS DA UNIVALE COM DEFICIÊNCIA

Para descrever um cenário mais fidedigno sobre o número de estudantes e funcionários com deficiência, bem como sobre as suas demandas, esta investigação considerou os procedimentos adotados na identificação para o ingresso e permanência - no caso de estudantes - e dados levantados pela consulta de documentos institucionais da Secretaria Acadêmica, Espaço de Apoio ao Aluno (Espaço A3) e Departamento de Pessoal (DP).

Na análise detalhada desses documentos, correspondentes ao mapeamento de estudantes e funcionários com deficiência, percebeu-se a ausência de um modelo padrão para o levantamento da amostragem desse público.

No relatório emitido em 27 de junho de 2019 pelo Departamento de Informática, Sistemas e Gestão da Informação da Univale (DISGI) para a Secretaria Acadêmica, consta que, dos 3.665 estudantes da UNIVALE, 13 (treze) se autodeclararam com deficiência, o que representa apenas 0,3%. Deste total, os dados revelam três casos declarados de deficiência mental (23,1%); três, de deficiência física (23,1%); um, de baixa visão (7,7%); dois, de auditiva (15,4); um, de síndrome de Asperger (7,7%); três, de deficiência múltipla (23,1%).

O levantamento de dados dos alunos com deficiência, realizado pelo Espaço A3, em 04 de julho de 2019, revelam que 36 alunos responderam ao formulário eletrônico, representando 1% do total de estudantes. Ressalta-se que sobressaíram os dados de Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade – TDAH (47,2%) e outra síndrome específica (41,7%), não declarada. Os demais dados foram dislexia (2,8%), deficiência intelectual (8,3%), surdez parcial (11,1%) e visão subnormal (13,9%). As categorias autismo, cegueira total e deficiência física não foram citadas por nenhum estudante.

Os dados não são precisos por se tratar de autodeclaração do(a) estudante. Acredita-se que em alguns casos o(a) aluno(a) com alguma deficiência prefira não declarar essa condição por conta de preconceito ou estigma sofrido durante a trajetória escolar. Uma vez tendo sido aprovado no processo seletivo, não deseja que essa barreira o acompanhe em seu percurso universitário.

Quanto ao seu quadro de colaboradores, a UNIVALE possuía, em 2019, um total de 650 funcionários. O relatório emitido pelo Departamento de Pessoal mostra que 23 (3,5%) funcionários apresentavam algum tipo de deficiência. Desse total, 15 funcionários se autodeclararam com deficiência física (65,2%); quatro, com deficiência auditiva (17,4%); três, com deficiência visual (13%); e três, com deficiência intelectual/mental (13%), com alguns apresentando mais de uma categoria de deficiência.

A Constituição Federal de 1988 já havia destacado a necessidade de adoção de legislação específica para disciplinar uma reserva de mercado para pessoas com deficiência, tanto no setor privado como no setor público, sendo que, neste último, a Lei nº 8.122/1990 (sobre o regime jurídico dos servidores públicos) instituiu uma reserva de 20% de vagas entre aquelas cujas atribuições sejam compatíveis com a respectiva deficiência.

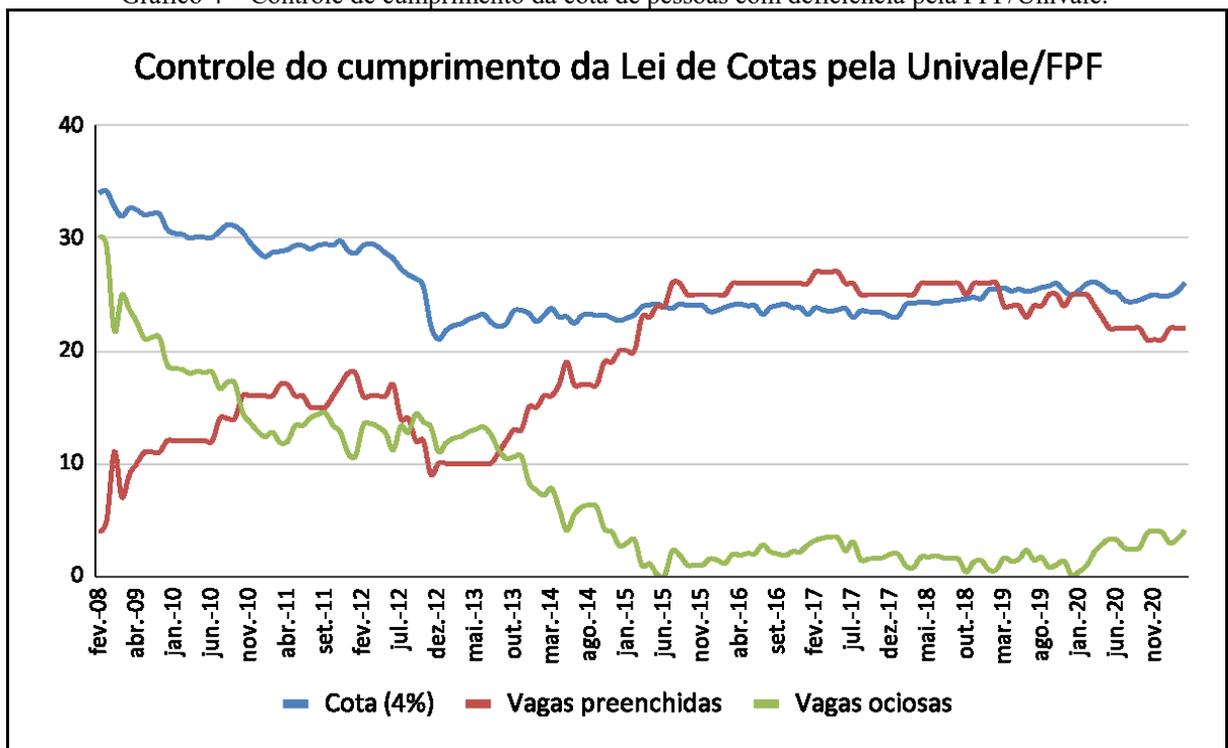
O Artigo 93 da Lei nº 8.213 de 24 de Julho de 1991 – Lei de Cotas para Pessoas com Deficiência (Lei de Cotas no setor privado), por sua vez, instituiu, para empresas com no

mínimo 100 empregados, percentuais de vagas (cotas) a serem preenchidos por trabalhadores reabilitados e por pessoas com deficiência. O tamanho da cota variava conforme a quantidade de empregados da empresa: de 100 até 200 empregados: 2%; de 201 até 500 empregados: 3%; de 501 a 1.000 empregados: 4% e acima de 1.001 empregados: 5%.

Em vigor há 30 anos, a Lei de Cotas para Pessoas com Deficiência (PcD) nº 8213/91 apresenta resultados aquém do esperado, tanto pelo governo como por entidades que atuam na defesa dos direitos de pessoas com deficiência. Segundo a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2019, da Secretaria do Trabalho, vinculada ao Ministério da Economia, havia 486.756 pessoas com deficiência trabalhando formalmente no Brasil, o que representava 1,05% do total de pessoas com deficiência. Em 2010, esse percentual era de apenas 0,69%. Ainda assim, número aquém do percentual reservado por lei para este perfil de trabalhadores. Dados de 2018 do Radar SIT, mostram que apenas 50,62% das vagas de trabalho reservadas às pessoas com deficiência estavam ocupadas, representando um déficit de 49,38% (BRASIL, 2018)

Na Univale/FPF o cenário não é diferente. O Gráfico 4 mostra o percurso da Univale para cumprimento da Lei de Cotas para Pessoas com Deficiência, conforme levantamento realizado entre fevereiro de 2008 a março de 2021. Como a Univale/FPF teve, neste período, em média 750 funcionários, enquadra-se na cota de 4%.

Gráfico 4 – Controle de cumprimento da cota de pessoas com deficiência pela FPF/Univale.



Fonte: Elaborado pela autora com dados fornecidos pelo Departamento de Pessoal da FPF.

Pode-se perceber pelos dados apresentados que de 2008 a 2015 houve uma diferença substancial entre o número de empregados contratados e o número de vagas reservadas, chegando a um pico máximo em abril de 2008, com déficit de 88,36%. De julho de 2015 a fevereiro de 2019 ocorreu o inverso, o número de contratados foi igual ou maior que a cota exigida pela legislação, e a partir desse período voltou a ter um déficit, contudo, inferior a 16%.

A Univale/FPF e várias outras instituições e/ou empresas buscam cumprir a legislação, mas muitas vezes não a cumprem por circunstâncias que não dependem de sua vontade. Um fator que se pode elencar, considerando a realidade da Univale é a dificuldade em encontrar profissional capacitado para as vagas disponíveis.

Cabe ressaltar que a responsabilidade social é parte integrante dos princípios e diretrizes da UNIVALE. Seu compromisso social manifesta-se não apenas dentro do *campus*, através do ensino, da pesquisa, da extensão e das atividades comunitárias, mas também, e cada vez mais, mediante sua presença e atuação nas comunidades que a circundam, através de ações comunitárias voltadas para a inclusão social, o desenvolvimento econômico e social, a defesa do meio ambiente, da memória cultural, da produção artística e do patrimônio cultural.

As ações comunitárias da UNIVALE compreendem programas, projetos, prestações de serviços e ações pontuais direcionadas ao público socialmente vulnerável, em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela Lei nº 8.742/1993, de 7 de dezembro de 1993 – Lei Orgânica da Assistência Social (LOAS). Tais ações são de caráter complementar ao poder público, amparadas na legislação institucional e social vigente e visam a contribuir para a consolidação do caráter comunitário e para o cumprimento da Missão da UNIVALE.

Destaca-se, nesse ponto, o Polo de Assistência Odontológica ao Paciente Especial (PAOPE), que, há 24 anos, promove a saúde da pessoa com deficiência mental pura ou associada a outras patologias. No polo o sujeito é assistido por uma equipe multiprofissional, nas áreas de odontologia, psicologia, serviço social, enfermagem, nutrição, terapia ocupacional, fisioterapia e medicina.

Desde 2011, os serviços oferecidos pelo PAOPE foram ampliados aos indivíduos acamados que não têm como se locomover até o serviço. Trata-se do PAOPE Itinerante, que faz uso de equipamentos móveis para a realização dos procedimentos no domicílio. De acordo com relatório do PAOPE, no geral, são atendidos pacientes com uma ou mais deficiência. As deficiências declaradas foram: atraso no desenvolvimento neuropsicomotor (DNPM),

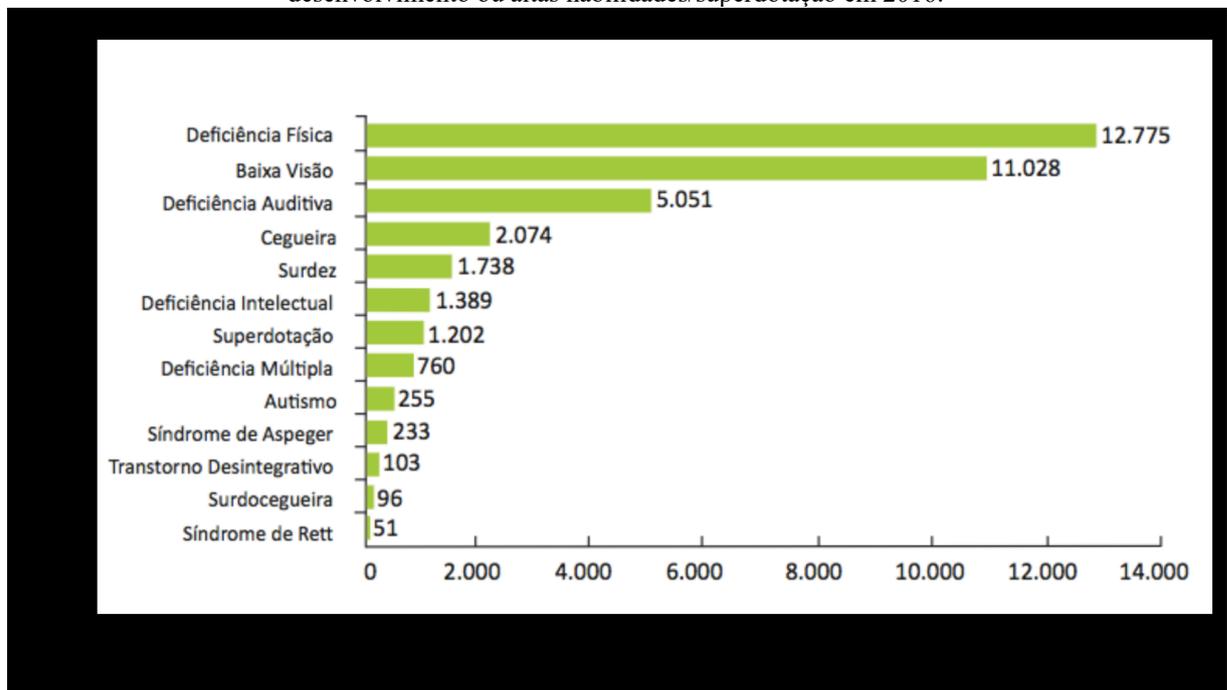
deficiência mental (DM), traumatismo craniano encefálico (TCE), síndrome de Down (SD), Síndrome de Noonan (SN), Síndrome de West (SW).

Por assim ser, os dados mostram que a UNIVALE não tem sido indiferente com essa população. Além disso, fica evidente que as pessoas com deficiência que utilizam os espaços da UNIVALE são tanto da comunidade interna, ou seja, alunos e funcionários, quanto da comunidade externa.

2.3 PLANO INSTITUCIONAL DE INCLUSÃO E ACESSIBILIDADE

De acordo com o Resumo Técnico do Censo da Educação Superior, 2016, quase 3 milhões de alunos no Brasil ingressaram em cursos de educação superior de graduação, sendo “35.891 matrículas de graduação declaradas com algum tipo de deficiência, transtorno global de desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação” (BRASIL, 2018, p. 29). O Gráfico 5 apresenta as informações sobre o total de matrículas de graduação, considerando a declaração de deficiência, transtorno global de desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação.

Gráfico 5 – Matrículas de graduação declaradas com algum tipo de deficiência, transtorno global de desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação em 2016.



Fonte: Resumo Técnico — Censo da Educação Superior 2016.

É possível constatar, pelo Gráfico 5, que as declarações mais comuns são Deficiência Física (12.775 ou 34,8%), Baixa Visão (11.028 ou 30,0%) e Deficiência Auditiva (5.051 ou 13,7%). O Resumo Técnico registra que “um mesmo vínculo discente – no caso, o de matrícula – pode apresentar mais de um tipo de declaração” (BRASIL, 2018, p. 29).

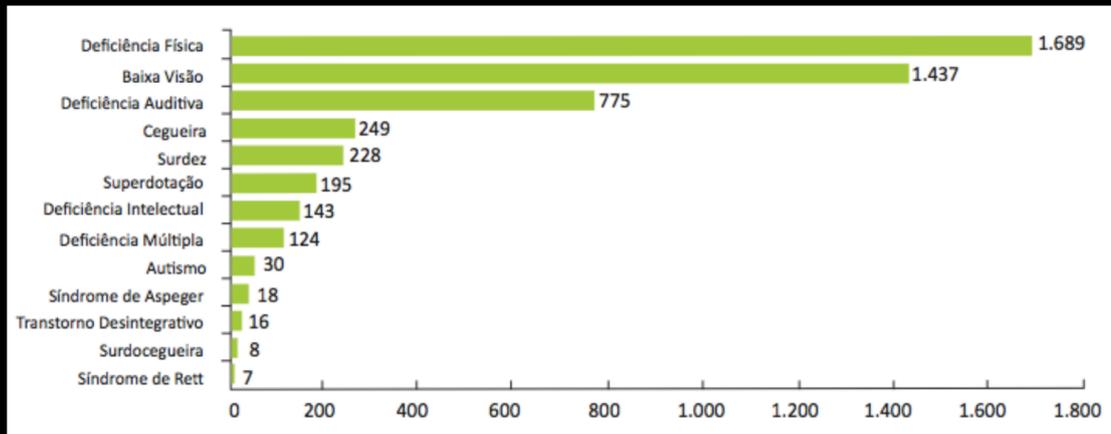
O Resumo Técnico do Censo da Educação Superior 2016 apura, também, um total de 4.799 concluintes de graduação, considerando a declaração de deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação, o que representa 0,4% do total de 1.169.449 concluintes de graduação em 2016.

Considerando os dados do Censo da Educação Superior, 2016, o grande desafio das instituições de ensino superior (IES) é a permanência dos estudantes com deficiência. As políticas de inclusão devem ir além do processo seletivo e/ou vestibular, proporcionando aos estudantes as condições necessárias para permanecerem na universidade.

Diante deste novo cenário, em que as IES recebem um público com diversas necessidades, é preciso criar recursos e repensar as formas de aprendizado, bem como formar o corpo docente e administrativo para entenderem esses estudantes.

Analisando o Gráfico 6, percebe-se que as declarações de deficiência física (34,3%), baixa visão (29,2%) e deficiência auditiva (15,8%) permanecem como mais frequentes. O Resumo Técnico reitera “que um mesmo vínculo discente pode apresentar mais de um tipo de declaração” (BRASIL, 2018, p. 39).

Gráfico 6 – Concluintes de graduação considerando a declaração de deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades/superdotação em 2016.



Fonte: Resumo Técnico do Censo da Educação Superior 2016.

Apesar do baixo número de concluintes, as legislações têm tentado favorecer o ingresso e permanência das pessoas com deficiência em universidades, a exemplo do Decreto Federal nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, que Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências e do Decreto Federal nº 6.949, de 25 de agosto de 2009 que Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. E a Norma Brasileira de Regulamentação (NBR) 9.050/2015 é uma facilitadora para o desenvolvimento de projetos, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade.

Além disso, o Programa Universidade para Todos (PROUNI), um dos programas do governo que incentiva o acesso universal ao ensino superior, ressalta, em seu art. 2º, parágrafo 4º, que

o Ministério da Educação disporá sobre os procedimentos operacionais para a adesão ao PROUNI e seleção dos bolsistas, especialmente quanto à definição de nota de corte e aos métodos para preenchimento de vagas eventualmente remanescentes, inclusive aquelas oriundas do percentual legal destinado a políticas afirmativas de acesso de portadores de deficiência ou de autodeclarados negros e indígenas (BRASIL, 2005).

Em conformidade com o PROUNI e as legislações, a UNIVALE, com o objetivo de fortalecer o seu comprometimento com o desenvolvimento regional e reafirmar a sua identidade de Universidade Comunitária, possui o seu Plano Institucional de Inclusão e Acessibilidade²³, elaborado pela engenheira civil Clarissa Rodrigues de Sousa Pereira em julho de 2019 e aprovado pela Resolução CONSUNI nº 068/2019, de Dezembro de 2019, que busca promover a acessibilidade em seu espaço físico para a comunidade.

De acordo com a análise das condições atuais de acessibilidade feita por Pereira (2019), a UNIVALE, além de procurar atender à comunidade acadêmica, no âmbito pedagógico, com o uso de software para deficientes nos computadores da biblioteca, por exemplo, tem em alguns lugares de sua estrutura arquitetônica itens que facilitam o acesso e permanência de pessoas com deficiência no espaço físico da instituição. Entre esses itens estão: rampas, banheiros adaptados, acessos com largura mínima definida em norma e espaço amplo. Ademais, a instituição abre processo seletivo para contratação de profissionais com deficiência, em atendimento à Lei nº 13.146, de julho de 2015, que, em seu art. 34, garante o direito à pessoa com deficiência “ao trabalho de sua livre escolha e aceitação, em ambiente acessível e inclusivo, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas” (BRASIL, 2015).

O relatório elaborado por Pereira (2019) aponta, ainda, que a infraestrutura do *campus* atende parcialmente às necessidades de acessibilidade. O local possui edificações segregadas, com muitas delas construídas há décadas. De acordo com o projeto arquitetônico, são mais de 60 delas, divididas em salas de aula, laboratórios, biblioteca, auditórios, setores administrativos, prefeitura, templo, emissora de televisão, depósitos, cantinas, piscinas, campo de futebol, entre outros espaços. Além disso, área urbana, que contém praças, estacionamentos, vias, passeios, jardins, mobiliário urbano, ponto de ônibus e outros.

Pensando na dimensão desse espaço, existe um projeto, já em execução, que visa sinalizar o *campus*, ação que faz parte do Plano Diretor. Esse é mais um reforço para a criação de um ambiente bem estruturado, mas, ainda assim, é necessário que sejam atendidos alguns critérios para estabelecer mais acessibilidade.

A UNIVALE, em atendimento às Normas e Leis de Acessibilidade, estabelece o seu plano de ação, e, como primeiro passo, pretende levantar a situação global do *campus*, por

²³ Disponível em: <<https://www.univale.br/resolucao-consuni-021-2021-aprova-as-alteracoes-no-plano-institucional-de-inclusao-e-acessibilidade-da-universidade-vale-do-rio-doce-univale-2/>> Acesso em: 16 jun. 2022.

meio de projeto arquitetônico e vistoria *in loco*. Posteriormente a isso, será elaborado um laudo com as adequações a serem feitas, bem como um projeto para mapear as áreas e ambientes a serem adaptados. Tudo isso, levando-se em consideração toda a estrutura existente e a legislação em vigor.

A logística de todo o processo de adaptação será avaliada sem perder de vista a utilização dos espaços pela comunidade acadêmica, as prioridades em adaptação, além de levantamentos quantitativos e orçamentários para averiguar a viabilidade financeira do projeto. O prazo para a execução dependerá de toda a análise mencionada.

Entre as prioridades elencadas no plano de acessibilidade, destacam-se: construção de rampas; adequação da passagem para o interior das edificações, para deslocamento de cadeira de rodas; adaptação de passeios e pisos, para facilitar o deslocamento; colocação de sinalização vertical e horizontal, seja visual, tátil ou sonora, em todos os *campi*; estabelecimento de rota definida, na entrada de cada *campus*, a todos os locais frequentados pela comunidade acadêmica; adaptação de banheiros, com sanitários, lavatórios, acessórios, piso e passagens; colocação de guarda-corpo e/ou corrimão; demarcação de vagas de estacionamento para deficientes e pessoas com mobilidade reduzida, próximas às edificações e mobiliário fixo e móvel (PEREIRA, 2019).

Para concluir esta seção, deve-se destacar, ainda, que a etapa de inclusão dos custos para aquisição de materiais e serviços, no planejamento orçamentário da mantenedora, estava prevista para o mês de dezembro de 2019, e a definição da ordem de serviço, para janeiro de 2020. O prazo para execução dos serviços, implementação das correções e verificação final vai até dezembro de 2022. A mantenedora optou por implantar a acessibilidade em todas as novas obras, para posteriormente adequar os ambientes existentes. Cabe ressaltar que em 2021 o Plano Institucional de Inclusão e Acessibilidade foi atualizado pela Resolução CONSUNI nº 021/2021, de 17 de Maio de 2021. Diante disso, surgiu a proposta de incluir esta pesquisa nesse plano de ação.

Para melhor compreensão da relevância desta busca investigativa e da importância do destino e uso adequados desse lodo, será abordado, no próximo capítulo, os impactos socioambientais do desastre ocorrido em Mariana e da mineração na Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

3 O DESASTRE SOCIOAMBIENTAL EM MARIANA

O desastre socioambiental em Mariana constitui o objeto deste capítulo, no qual são abordados os impactos socioambientais do desastre ocorrido na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Nele se descreve a bacia desse rio, os impactos da mineração, bem como a amostra das possibilidades de uso dos rejeitos dessa atividade econômica na construção civil.

3.1 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

Para Tucci (1997), uma bacia hidrográfica é definida como

uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório²⁴ (Tucci, 1997, p. 40).

Levando em consideração essa definição, Coelho (2007) afirma que qualquer ingerência expressiva que se desenrola no interior de uma bacia reflete direta ou indiretamente nos seus afluentes e, conseqüentemente, no canal principal. O autor compreende também que os processos físicos e socioeconômicos contíguos em uma bacia hidrográfica, ao longo do tempo, modificam os traços hidrológicos, delineando na calha principal do rio uma morfologia conforme essas conjunturas.

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce vem há anos sendo impactada pelas mais variadas atividades humanas. Essas atividades influenciam exatamente na vegetação, nos solos, na topografia, nos corpos d'água e na biodiversidade em geral. Todos os resquícios dessas atividades são direcionados para o rio Doce, o seu epicentro²⁵.

De acordo com o relatório de 2010 do Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH), a Bacia do rio Doce (Figura 5) situa-se

na região Sudeste, entre os paralelos 17°45' e 21°15'S e os meridianos 39°30' e 43°45'W, integrando a região hidrográfica do Atlântico Sudeste. Esta bacia, com uma área de drenagem de aproximadamente 86.715 km², dos quais 86% pertencem

²⁴ Exutório é um ponto de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial, gerando no interior uma bacia hidrográfica banhada por este curso.

²⁵ Em sentido figurado, é o núcleo de um acontecimento.

ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Espírito Santo, abrange um total de 230 municípios (PIRHDOCE, 2010, p. 32).

O Doce é o seu principal rio, formado pelos rios Piranga e Carmo cujas nascentes estão situadas nas encostas das serras da Mantiqueira e Espinhaço. Com 853 km de extensão da nascente à foz, o rio Doce nasce no município de Ressaquinha, Minas Gerais, onde recebe o nome de Piranga, e deságua no oceano Atlântico, no distrito de Regência, município de Linhares, no Estado do Espírito Santo. Pela margem esquerda, tem como principais afluentes os rios: Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí Grande, em Minas Gerais; Pancas e São José, no Espírito Santo. Pela margem direita, os rios Casca, Matipó, Caratinga-Cuieté e Manhuaçu, em Minas Gerais; e Guandu, no Espírito Santo (CBH-DOCE, 2012, p. 32).

De acordo com suas características físicas, a bacia se divide em três Regiões Fisiográficas distintas, sendo elas: Alto, Médio e Baixo Rio Doce. O Alto Rio Doce compreende da área das nascentes até a confluência com o rio Piracicaba, nas proximidades do município de Ipatinga, Minas Gerais; o Médio, da confluência com o rio Piracicaba até a divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo; e o Baixo, da divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo até a foz, no Oceano Atlântico (PIRHDOCE, 2010).

Figura 5 – Localização da Bacia do rio Doce.



Fonte: PIRHDOCE (2010, p. 33).

Coelho (2007, p. 64) descreve o rio Doce como “um extenso rio que penetra profundamente no planalto mineiro”. O traçado do rio origina-se das características morfoestruturais heterogêneas do interior da bacia, com uma configuração que acompanha a linha do litoral. A partir de Governador Valadares, MG, ocorre o desvio e o rio direciona-se até o oceano.

O relatório de 2010 do Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH) destaca, também, a diversidade econômica da Bacia do rio Doce: a agropecuária (reflorestamento, lavouras tradicionais, cultura de café, cana-de-açúcar, criação de gado leiteiro e de corte e suinocultura); a agroindústria (sucroalcooleira); a mineração (ferro, ouro, bauxita, manganês, pedras preciosas e outros); a indústria (celulose, siderurgia e laticínios); o comércio e serviços de apoio aos complexos industriais e a geração de energia elétrica.

Segundo Espindola (2005), além da relevância para o desenvolvimento econômico e social do leste do estado de Minas Gerais, o rio Doce é uma categoria central para toda a história de Minas Gerais, estando presente desde as épocas de desbravações promovidas quando o Brasil ainda era colônia.

Sabe-se que Minas Gerais é um estado marcado por atividades extrativistas não sustentáveis em sua constituição histórica e econômica - o que fomentou a economia nacional -, mas sem preocupação com a preservação dos seus recursos naturais. Durante o século XVII, até o final do século XVIII, ocorreu o Ciclo do Ouro, levando grande parcela da população a atuar nas atividades de mineração, o que desencadeou o ordenamento urbano. Em vista disso, apesar de o desenvolvimento econômico de Minas Gerais ter se consolidado, veio também o processo de degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Ao referir-se à exploração do ouro, Espindola (2005) aponta que os primeiros aluviões auríferos foram descobertos ao final do século XVII, pelos membros da expedição comandada por Fernão Dias. Com efeito, as cabeceiras do rio Doce começaram a ser amplamente povoadas, e, conforme afirma Silva (1995), os bandeirantes e os mineradores fixaram-se na região criando os arraiais do Carmo e Vila Rica, posteriormente conhecidos como Mariana e Ouro Preto. Assim, a migração rumo à Bacia Hidrográfica do Rio Doce acentuou-se, promovendo uma nova organização urbana, que requereu uma reestruturação social dos povos originários.

De acordo com Silva (1995), a atividade de mineração era particularmente predatória e favoreceu a árdua agressão ao ambiente. Em consequência disso, veio o desequilíbrio

ambiental, causando escassez e fome. Segundo Espindola (2005), essa crise de abastecimento fez com que grande parte dos habitantes dos arraiais invadissem o interior das matas buscando alimentos que garantissem a sua própria sobrevivência.

Considerando que a Bacia do rio Doce se tornou destaque com a extração aurífera, ela recebeu grande fluxo de pessoas à procura de ouro e alimentos, isso levou a necessárias medidas de contenção dessa colonização. Espindola (2005) afirma que uma alternativa seria o bloqueio dos rios davam acesso à região da Bacia:

No século do ouro a política oficial foi de severas restrições, mandando punir quem se estabelecesse na região e, especificamente, proibiu a navegação dos rios Doce e Cuité. [...] entre 1725 e 1758 foram expedidos atos régios proibindo a abertura de caminhos e a navegação fluvial, no intuito de evitar o extravio de ouro e diamante (ESPINDOLA, 2005, p. 305).

É importante ressaltar que os rios tiveram grande relevância no processo de colonização portuguesa em Minas Gerais. A floresta tropical predominava na região da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e constituía-se como barreira natural à colonização, sendo, ainda, habitada pelos temíveis índios botocudos. Assim, o caminho para embrenhar e dominar as terras que integravam a área de abrangência da bacia eram os rios.

O declínio da mineração do ouro da região central do atual estado de Minas Gerais se intensificou a partir de 1780, devido ao esgotamento dos veios auríferos e pela maneira como as minas eram abertas, de forma rudimentar, com os rejeitos da mineração sendo depositados nos cursos d'água. Frente ao declínio da economia do ouro, as autoridades da capitania de Minas Gerais vislumbraram no Vale do Rio Doce uma alternativa de devolver à Minas Gerais a prosperidade da economia que estava em declínio. O que se denomina Vale do Rio Doce é a área da bacia hidrográfica que corresponde ao médio curso do rio Doce, já que a parte do alto rio Doce está incluída na região central, na qual se localizavam as vilas e cidades auríferas do século XVIII. Sobre isso, Espíndola (2005, p. 8) afirma:

[...] com o declínio do ouro, particularmente, entre o último quartel do século XVIII e a primeira metade do XIX, a região foi vista como alternativa para a crise, ou seja, o controle sobre os rios agora deveria servir a um processo de territorialidade, dando-lhe um uso que possibilitasse produzir riquezas e aumentar as rendas do Estado. Na primeira metade do século XIX, a navegação fluvial, o acesso ao mercado mundial, a incorporação de território de floresta e a guerra aos índios ocuparam espaço significativo na pauta do governo central (de D. João VI, D. Pedro I e D. Pedro II) e dos governos de Minas e do Espírito Santo (ESPÍNDOLA, 2005, P .8)

Com o declínio das reservas auríferas, as atividades agrícolas de subsistência e a pecuária passaram a caracterizar a economia de Minas Gerais, até que, na segunda metade do século XIX, se estabeleceu a economia cafeeira de exportação no Sul de Minas e na Zona da Mata. Em relação ao Vale do Rio Doce, as mudanças mais significativas ocorreram depois da transferência da Corte Portuguesa para o Rio de Janeiro, no início do Século XIX, quando o Príncipe Regente Dom João determinou a ocupação da região. (ESPINDOLA, 2005)

Na verdade, não foi pelo rio que, com efeito, se conquistou o sertão do rio Doce, mas sim a partir da construção da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), sob a responsabilidade do engenheiro Percival Farquhar, que mais tarde emprestou seu nome à fundação mantenedora da Universidade Vale do Rio Doce. Esta logística facilitou a interação comercial entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, abrindo portas para o mundo.

De acordo com o CBH-Doce (2012), a EFVM chegou a Itabira por volta de 1930 – região conhecida como “Cidade do Ferro” e de onde seria extraída a hematita, minério com altíssimo teor de ferro –, para exportação pelo Porto de Vitória, ES. Entre os anos de 1930 a 1947, o complexo industrial mineiro se consolida com a implantação da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, em João Monlevade; a Aços Especiais de Itabira (ACESITA), em Timóteo; a Usiminas, em Ipatinga; além da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). Também aqui, estava presente como precursor dessas grandes empresas, o engenheiro e empresário Percival Farquhar.

Cabe evidenciar que a região do Vale do Aço, composta pelas cidades de Coronel Fabriciano, Ipatinga, Santana do Paraíso e Timóteo, teve grande crescimento nas décadas de 1940 e 1950, mantendo taxas de crescimento acima da média, ao contrário dos demais municípios da mesorregião do Vale do Rio Doce, marcada pelo baixo crescimento²⁶.

Espindola (2005) reforça tal ideia ao se lembrar de que a região do Médio Rio Doce teve o auge de seu desenvolvimento econômico centralizado na exploração de recursos da natureza, especialmente na extração da mica, da madeira e pecuária extensiva. Ao mesmo tempo, sobressaía a extração de minério de ferro, também nas décadas de 1940 e 1950. Progressivamente e em culminância com o desmatamento, as áreas de pastagens foram sucedendo as florestas.

Ainda nessa linha de considerações, o PIRHDOCE de 2010 aponta que o abundante processo de erosão na bacia do rio Doce desenvolveu-se a partir do desmatamento e uso

²⁶ Disponível em: <portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/Indicadores%20Scio-econmicos.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2019.

inadequado dos solos. Com isso, os rios vêm sendo assoreados com os sedimentos resultantes dessas ações.

Hora *et al.* (2012) esclarecem que o motivo principal para o desmatamento do Médio Rio Doce²⁷, principalmente da região do Vale do Rio Doce, foi a demanda madeireira proveniente das inúmeras serrarias instaladas nessa região e pela industrialização do Vale do Aço durante a primeira metade do século XX, sendo as atividades agropecuárias copartícipes desse desmatamento. Por conseguinte, os autores ressaltam:

O desmatamento acelerado seguido da exploração intensiva com pastagem sem adequação do manejo, principalmente com o uso intensivo do fogo na sua limpeza e renovação, promoveu um rápido declínio de sua fertilidade natural. Isto comprometeu a regeneração e o desenvolvimento das pastagens expondo um solo de estrutura fragilizada devido ao manejo irracional dos animais (HORA *et al.* 2012, p. 222).

Em virtude dos fatos mencionados e das várias evidências que a história fornece, nota-se que, durante séculos, a Bacia Hidrográfica do Rio Doce sofreu com as ações humanas e esse processo permaneceu com a exploração mineral, especialmente do minério de ferro. De 1994 a 1998, a produção mundial de minério aumentou 1,2%, enquanto a do Brasil foi de 3,7%, segundo o DNPM (2015). Com o alta repentina das *commodities*, a política de produção mineral se acelerou. A produção de minério de ferro que em 1996 era de 174,192 milhões de toneladas passou para 351,246 milhões de toneladas em 2008. Em 2011, a produção já alcançava 370 milhões de toneladas, a partir de quando atingiu crescimento exponencial, chegando a aproximadamente 596 milhões de toneladas em 2015 (DNPM, 2015, p. 3). Entre abril e junho de 2015, a Vale produziu 85,3 milhões de toneladas de minério de ferro, a 2ª maior produção trimestral da história. A produção da VALE e Samarco, no 2º trimestre de 2015, foi 21,8% maior do que no 1º trimestre (VALE, 2015). A produção de minério de ferro da VALE no 1º semestre de 2015 alcançou o recorde de 159,8 milhões de toneladas, 5,8% acima do mesmo período de 2014 (VALE, 2015). Com o preço das *commodities* nas alturas, a política governamental foi a de estimular ao máximo a produção mineral, em função dos altos preços de mercado do minério de ferro. O 2º semestre de 2015, portanto, culminou com o rompimento de uma das barragens que não suportou a sobrecarga de rejeitos. Cabe destacar que importantes depósitos de minério de ferro itabirítico e

²⁷ Esse trecho engloba as drenagens do rio Doce no trecho compreendido entre a área de jusante da foz do rio Matipó até a divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (PIRH, 2010).

hematítico²⁸ estão na parte mineira da Bacia do rio Doce, onde encontram-se instaladas a Samarco Mineração, com unidades em Ouro Preto e Mariana, e a VALE, também nessas duas cidades, em Itabira, e em vários outros municípios do Quadrilátero Ferrífero, sendo as principais responsáveis pela tragédia de Mariana.

É inegável que o desastre socioambiental ocorrido em Mariana derivou das formas de ocupação da região, da exploração irresponsável dos recursos naturais e do uso inadequado das águas que confluem para o rio Doce. Isso significa que, no exutório da bacia do rio Doce, estão evidenciados todos os processos que fazem parte do seu conjunto. Diante do exposto, considerando a grande extensão territorial da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e a sua importância na vida de milhões de pessoas, é imprescindível proteger e preservar esse grande reservatório de água doce e seu entorno.

A preocupação com os recursos hídricos é uma realidade para as políticas públicas brasileiras, merecendo destaque o Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade e Degradação Ambiental, coordenado pela Secretaria Executiva do Ministério do Meio Ambiente (MMA)²⁹ de 2003 a 2007. Seu objetivo principal era o de recuperar, conservar e preservar as bacias em situação de vulnerabilidade ambiental, por meio de ações permanentes e integradas que promovam o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria das condições socioambientais e a melhoria da disponibilidade de água em quantidade e qualidade para os diversos usos. Entretanto, é possível perceber que, muitas vezes, essas políticas públicas são pouco eficazes. Se o cuidado fosse maior, desastres como os ocorridos em Mariana - que será detalhado a seguir -, e em Brumadinho, relacionados à atividade minerária desordenada e predatória, teriam sido evitados.

3.2 CONTEXTUALIZANDO O DESASTRE OCORRIDO EM MARIANA

Estrela natureza precisamos demais
De ter sempre por perto
Na calma e santa Paz
Nos morros e nos campos
No sol e no sereno

²⁸ Os itabiritos são minérios com teor de ferro de 50,0% a 60,0%; já os hematíticos, com 60,0% a 69,0%, sendo a hematita, óxido de ferro (Fe_2O_3), o principal minério de ferro. Disponível em: <http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a104.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

²⁹ Com a criação do Departamento de Revitalização de Bacias Hidrográficas (DRB), em abril de 2007, passou a ser coordenador pela Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. O departamento de Revitalização de Bacias (DRB) foi instituído pelo Governo Federal no dia 26 de abril de 2007, por meio do Decreto Presidencial nº 6.101, que estabelece a nova estrutura regimental do Ministério do Meio Ambiente. A estrutura de funcionamento do DRB é vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano.

Zelando por florestas
 Cuidando dos animais
 Mulher, e Mãe de todos
 O que será de nós
 Se a força do inimigo,
 Calar a tua voz
 Que sai dos passarinhos
 Dos mares e dos rios
 Dos vales preguiçosos
 Dos velhos pantanais.

(*Sá e Guarabyra*, Estrela Natureza)

A canção acima retrata o caos ambiental em que se encontram os recursos ambientais na contemporaneidade. O inimigo mencionado na letra possibilita uma reflexão acerca do capitalismo e suas mazelas. Em um cenário de capitalismo exacerbado, a história contemporânea encontra-se demarcada por uma organização econômica que demanda por expansão, produção e acumulação de forma irrestrita. Trata-se de um período gerido pelo capital financeiro e pelas grandes corporações transnacionais as quais vêm intensificando a destrutividade socioambiental.

De acordo com Zaffaroni (2011), o mundo atual vive uma crise ambiental configurada pelas relações de poder entre a sociedade e a natureza. A forma como a natureza humana vem sendo produzida/exercida tem instigado o exercício intelectual de pesquisadores, os quais buscam soluções para os problemas advindos dessa dissimetria relacional. É pela incontornável via da reflexão acerca dessa relação que será possível avaliar o desenvolvimento acirrado do capitalismo e suas influências na natureza humana, que se consolidam em relações de poder. Nesse sentido, a ideia de produção da natureza desafia a separação que foi legada entre sociedade e natureza, colocando-se, para a humanidade, como um desafio imposto pelo próprio capitalismo.

A despeito do capitalismo, Giorgio Agamben, em entrevista concedida a Peppe Salvà, afirma que “o capitalismo é uma religião, e a mais feroz, implacável e irracional religião que jamais existiu, porque não conhece nem redenção nem trégua. Ela celebra um culto ininterrupto cuja liturgia é o trabalho e cujo objeto é o dinheiro”³⁰.

Esse capitalismo acirrado, contemporâneo, tem contribuído para a expansão das crises ambientais no mundo. Observa-se que a ocorrência do rompimento da barragem de Fundão, localizada na unidade industrial de Germano, no subdistrito de Bento Rodrigues, no

³⁰ Entrevista concedida a Peppe Slavà, na Sicília, Itália, e publicada por Regusa News, 16/08/2012. Disponível em: <goo.gl/T9R5AQ>. Acesso em: 20 jun. 2019.

Município de Mariana, na Região Central de Minas Gerais, revela relações de poder que não envolvem apenas a empresa, mas também agentes políticos, que promoveram a conveniência acerca dos contextos de (in)segurança, contribuindo significativamente para esse desfecho. Foucault afirma que “é comum considerar que o poder está localizado nas mãos do governo e se exerce graças a certo número de instituições particulares, como a administração, a política, o exército, e o aparelho do Estado” (FOUCAULT, 1974, p. 114). Diante disso, Foucault (1974) acredita que o poder político é exercido também pela intermediação de certo número de instituições, que, necessariamente, não possuem aspectos similares ao poder político, parecendo estar bem distante de questões políticas. No entanto, são dependentes do aparelho estatal, submissas ao regime político.

Para melhor compreensão da abrangência desse desastre socioambiental, faz-se necessário contextualizá-lo. Zhouri *et al.* (2016, p. 37) definem desastres como sendo “acontecimentos coletivos trágicos nos quais há perdas e danos súbitos e involuntários que desorganizam, de forma multidimensional e severa, as rotinas de vida (por vezes, o modo de vida) de uma dada coletividade”. Afirmam, ainda, que “os desastres não se limitam ao evento catastrófico, mas se desdobram em processos duradouros de crise social, frequentemente intensificadas pelos encaminhamentos institucionais que lhe são dirigidos, o que faz perpetuar o sofrimento social”. Sobre esse assunto, as pessoas residentes às margens da bacia do rio Doce sabem muito bem, na prática, aquilo que esses autores tão apropriadamente definiram.

Antes de apresentar detalhes sobre o momento do desastre em questão, é importante destacar alguns dados gerais. A empresa Samarco Mineração S.A., cujo capital é controlado prioritariamente pela Vale S.A e a BHP Billiton Brasil Ltda., é proprietária da Barragem de Rejeitos de Fundão, que se rompeu em 05 de novembro de 2015, provocando a morte de 19 pessoas. Na ocasião, aproximadamente 50 milhões de metros cúbicos de resíduos minerários foram liberados e carreados pelo rio Doce, percorrendo cerca de 600 km até o litoral do Espírito Santo (ZHOURI *et al.*, 2016, p. 1).

Merecem atenção, agora, os detalhes da tragédia ocorrida no mês de novembro do inesquecível ano de 2015. De acordo com Carneiro (2018), um primeiro tremor vindo da barragem de Fundão foi notado pelos funcionários da Samarco por volta de meio-dia. Porém, nenhuma irregularidade foi constatada pela vistoria. A autora, então, relata o que ocorreu nas primeiras 26 horas após a tragédia, inclusive que o engenheiro Lopes, da Samarco, afirmou que a ruptura da barragem de Fundão ocorreu apenas uma hora após a vistoria e que a população não recebeu nenhum aviso sonoro, apenas alguns poucos telefonemas. Uma moradora percorreu o vilarejo avisando sobre o rompimento, conseguindo salvar muitas vidas.

A primeira notícia sobre a tragédia foi postada no Portal Uai do Estado de Minas, por volta das 16 horas e 49 minutos. Às 17 horas e 30 minutos, o Portal Diário do Aço de Minas Gerais divulgou informações sobre a tragédia, realizando cobertura com imagens aéreas da devastação e destacando que essa não era a primeira vez que Minas Gerais sofria com esse tipo de desastre ambiental.

Somente 2 horas e 35 minutos depois do rompimento da barragem de Fundão foi que a Prefeitura de Mariana encaminhou à mídia uma nota oficial informando sobre a tragédia, a atuação das equipes de salvamento e solicitando que os moradores de Bento Rodrigues evacuassem a área imediatamente. Às 17 horas e 40 minutos, a ajuda da prefeitura chegou ao local da catástrofe. Destaca-se, também, que “três horas depois do rompimento da barragem de Fundão, a assessoria de Imprensa da Samarco ainda informava ao Portal Uai, do *Estado de Minas*, que apurava o acontecido” (CARNEIRO, 2018, p. 79).

Após as 18 horas, segundo Carneiro (2018), mais precisamente três horas depois do rompimento da barragem, chegaram os bombeiros, que auxiliaram as vítimas e avaliaram a tragédia. Em seguida, O Globo³¹ ressaltou que a lama — que chegou a 2 metros e meio de altura e atingiu uma distância de oito quilômetros da barragem — era tóxica.

As primeiras 26 horas após a tragédia de Mariana mudaram a vida da cidade “da água para a lama”. Na lama perderam-se vidas, um vilarejo inteiro foi destruído, além dos impactos ambientais ainda imensuráveis, na fauna e na flora, ao longo de todo o Rio Doce. A lama que atingiu o vilarejo destruiu tudo que os moradores possuíam, inclusive seus sonhos (Carneiro, 2018, p. 74).

Finalmente, às 18 horas e 17 minutos, a Samarco admitiu o rompimento da barragem e informou à imprensa. Posteriormente, escolheu a internet como meio de comunicação para se pronunciar a toda a população (CARNEIRO, 2018).

As imagens, a seguir (Figuras 6 e 7), ilustram como o distrito de Bento Rodrigues, no município de Mariana, se transformou após o rompimento da Barragem de Fundão.

³¹ Jornal diário de notícias. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/barragens-se-rompem-atingem-distritos-de-mariana-mg-17975110>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

Figura 6 – Distrito de Bento Rodrigues, no município de Mariana, MG, antes do rompimento da Barragem de Fundão, em novembro de 2015.



Fonte: GlobalGeo/Reprodução (2019).

Figura 7 – Distrito de Bento Rodrigues, no município de Mariana, MG, depois do rompimento da Barragem de Fundão, em novembro de 2015.



Fonte: GlobalGeo/Reprodução (2019).

Segundo Zhouri *et al.* (2016),

o desastre provocado pela Samarco já era temido pelos moradores antes do rompimento: 68% dos entrevistados em Bento Rodrigues relataram medo em relação ao rompimento das barragens, 94% reclamaram quanto à poluição das águas causada pelas operações da Samarco e 64% temiam que suas propriedades pudessem ser desapropriadas pela empresa. O desastre concretizou, portanto, a ameaça ensejada por conflitos pretéritos. Com o evento, aqueles que já eram afetados pela operação do complexo minerário sofreram perdas de vida e a deterioração de sua saúde, além de bens materiais e do comprometimento permanente de seu território. De *atingidos* passaram a *vítimas*, com o pleno direito de compensação pelos danos materiais e morais. (ZHOURI *et al.*, 2016, p. 36).

Na perspectiva da abrangência socioambiental, esse desastre pode ser considerado um dos maiores do mundo e, ao buscar informações, chega-se à conclusão crítica de que esse não foi um episódio único e exclusivo. Desde 1986, o rompimento de seis barragens em Minas Gerais deixou um total de 16 mortos, milhares de pessoas desalojadas e sérios problemas de abastecimento de água nos municípios situados ao longo dos rios afetados (OLIVEIRA, 2015). Sem contar os 19 mortos com o rompimento da barragem de Fundão (2015) e os 300 da mina Córrego do Feijão em Brumadinho (2019).

Um estudo da consultoria norte-americana Bowker Associates inventariou, mundialmente, 269 acidentes ambientais provocados pelos rompimentos de barragens de estéreis entre 1915 e 2014, com 129 considerados sérios (66 muito graves, 63 graves). Em média, registrou-se um acidente grave por ano em cada década. O referido estudo alertou sobre o estado dos rejeitos mundiais em 2020. Frisou sobre o tamanho médio das instalações existentes de armazenamento de rejeitos, 17 milhões de metros cúbicos, mas apenas 11 (9%) das 118, que tiveram falhas graves e muito graves após 1950, têm uma capacidade registrada desse tamanho ou maior. (BOWKER e CHAMBERS, 2015). Diante desta realidade, Lindsay Bowker ressalta que a frequência e a gravidade de falhas tendem a aumentar e, se essas condições e as tendências perdurarem, resultarão em 18 falhas catastróficas de rejeitos para a década de 2015 a 2024³².

Diversas comunidades à jusante de barragens, principalmente as localizadas em áreas ribeirinhas, sofrem com os desastres que causam a disrupção da sua normalidade social. Os impactos nesse tipo de evento transcendem o território de um único município no trecho da bacia hidrográfica de ocorrência do evento. Essa interrupção da normalidade chega a nível regional, provocando estragos circunstanciais chamados danificações, além de danos permanentes, denominados destruições, inclusive efeitos sobre a dinâmica socioambiental e

³² Disponível em: <<https://worldminetailingsfailures.org/>>. Acesso em: 15 nov. 2021.

cultural até então baseada na ideologia da barragem identificada como um progresso isento por completo de qualquer risco e capaz de trazer somente os benefícios do desenvolvimento.

Após o rompimento da barragem de Fundão, os rejeitos iniciaram uma descida permanente e se acomodaram dentro da calha³³ do rio Doce, exceto em alguns pontos onde transbordaram sobre a área aluvial e de afluentes entre o Parque Estadual do Rio Doce (PERD) e a barragem da Usina Hidrelétrica de Baguari, no município de Governador Valadares, MG. O impacto inicial, logo percebido – e que provocou danos graves nessa região –, foi a alta turbidez da água. A lama, com sua força de passagem, revolveu o fundo do rio e suas margens.

Portanto, diante da discrepância das informações quanto ao volume de rejeitos liberados com o rompimento da barragem, optou-se por utilizar como referência os dados do Laudo Preliminar do IBAMA, que aponta um volume total de 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração na barragem de Fundão. Desse volume, 34 milhões de metros cúbicos foram lançados na bacia do rio Doce e 16 milhões de metros cúbicos, movidos em direção ao mar (IBAMA, 2015).

3.3 A MINERAÇÃO E SEUS REJEITOS

A atividade de mineração é exercida no Brasil desde o período colonial, mais exatamente no final do século XVII, sendo que o primeiro progresso mineral ocorreu no século XVIII, com a descoberta do ouro, e teve o transcurso de seu declínio praticamente um século depois. Após o fim da Segunda Guerra Mundial, no século XX, o segundo ciclo da mineração surgiu, materializando-se realmente no final da década de 1960.

De acordo com Barreto (2001),

As descobertas mais marcantes do século XX foram: o manganês da Serra do Navio (anos 40); o petróleo, que culminou com a criação da Petrobras (anos 50); as jazidas ferríferas do vale do Paraopeba (anos 50); as minas do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais (meados dos anos 50, intensificando-se nos anos 60); o carvão no Rio Grande do Sul e no Paraná (anos 50), com grande incremento a partir dos anos 60; as minas de cobre do Rio Grande do Sul (anos 60), Pará e Goiás, nas décadas posteriores; as minas de chumbo na Bahia (anos 60), e em Minas Gerais mais recentemente; o nióbio de Araxá em Minas Gerais (anos 60); o caulim na Amazônia; fosfato e zinco em Minas Gerais; o megaprojeto Carajás no Pará; o amianto da mina Cana Brava, em Goiás; a bauxita de Minas Gerais e Pará; assim como a descoberta da província estanífera de Rondônia, todos na década de 1970 (BARRETO, 2001, p. 5).

³³ O leito aquático ou calha é o espaço que pode ser ocupado por um curso d'água, sendo possível distinguir o leito aparente, o leito maior ou leito de inundação, e o leito menor.

Ao longo de toda a história do Brasil, a atividade do setor mineral vem acompanhada da degradação ambiental. Embora algumas empresas tenham começado a incorporar as preocupações com a conservação ambiental na década de 1970, essas aparecem somente nos anos 1980 (BARRETO, 2001).

Apesar dos impactos ambientais causados por esse setor, o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM-2030), elaborado pelo Ministério das Minas e Energia (MME), ressalta a importância da atividade de mineração, sendo essa a base para diversas cadeias produtivas, participando com 4,2% do PIB e 20% do total das exportações brasileiras, além de gerar um milhão de empregos diretos, o equivalente a 8% dos empregos na indústria. Nesse cenário, o Brasil se destaca internacionalmente como produtor de nióbio³⁴, minério de ferro, bauxita, manganês e vários outros bens minerais.

No que se refere às regiões prejudicadas ambientalmente pela mineração, destaca-se o Quadrilátero Ferrífero, a melhor região para exemplificar os efeitos da degradação ambiental. Localizada no centro-sul do Estado de Minas Gerais, com extensão territorial de aproximadamente 7.160 km², abrange 34 municípios – entre eles, Ouro Preto, Congonhas, Belo Horizonte, Itabira e Mariana³⁵ –, cujas economias são baseadas na extração mineral e na metalurgia. O processo extrativo da mineração nessa região transformou o ecossistema, destruindo a cobertura vegetal, deslocando grandes volumes de sedimento, ressecando e assoreando os cursos d'água. Esses impactos, bastante expressivos, podem, ainda hoje, ser percebidos no ambiente (GUIMARÃES; MORAIS, 2018).

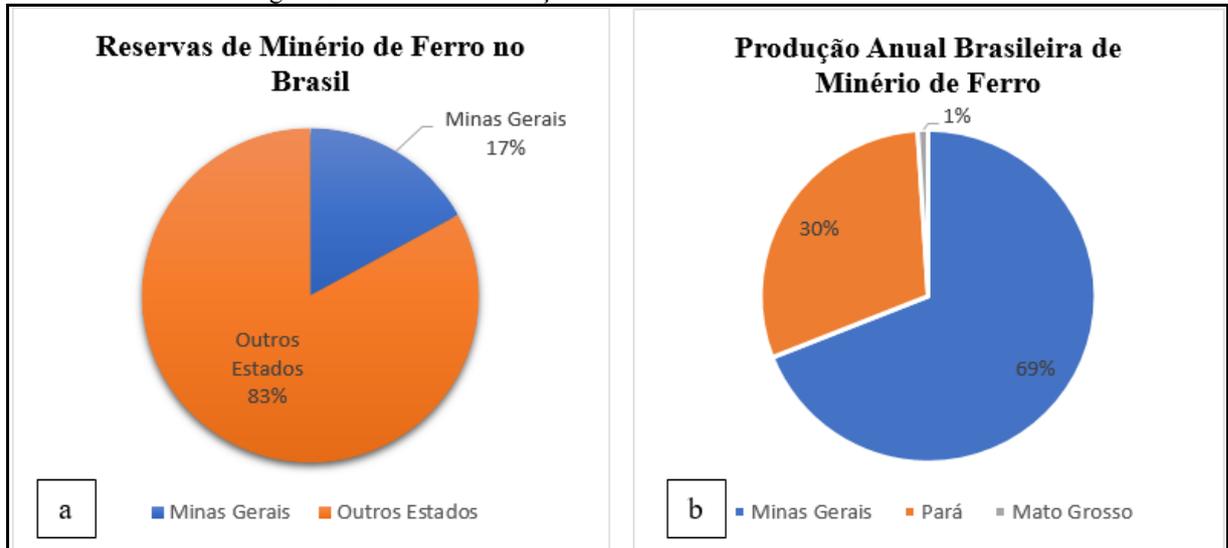
De acordo com o Sumário Mineral (2016 – ano-base de 2015) do DNPM, as reservas mundiais de minério de ferro seriam da ordem de 194,3 bilhões de toneladas, possuindo o Brasil a segunda maior reserva, com aproximadamente 32,1 bilhões de toneladas, despossando para a China. Minas Gerais – no Quadrilátero Ferrífero –, por sua vez, detinha 82,9% das reservas brasileiras, o que equivale a 26 bilhões de toneladas. Portanto, trata-se de uma região de extrema importância sob o ponto de vista econômico e ambiental.

³⁴ O nióbio é metal de símbolo Nb, cinzento como o aço e muito raro. Apresenta numerosas aplicações. É usado em alguns aços inoxidáveis e em outras ligas de metais não ferrosos. Estas ligas, devido à resistência, são geralmente usadas na fabricação de tubos transportadores de água e petróleo a longas distâncias.

³⁵ Os trinta e quatro municípios que formam o Quadrilátero Ferrífero são: Barão de Cocais, Belo Horizonte, Belo Vale, Betim, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Ibirité, Igarapé, Itabira, Itabirito, Itatiaiuçu, Itaúna, Jeceaba, João Monlevade, Mariana, Mario Campos, Mateus Leme, Moeda, Nova Lima, Ouro Branco, Ouro Preto, Raposos, Rio Acima, Rio Manso, Rio Piracicaba, Sabará, Santa Bárbara, Santa Luzia, São Gonçalo do Rio Abaixo, São Joaquim de Bicas e Sarzedo.

Ainda de acordo com o DNPM (2016), a produção anual brasileira de minério de ferro estaria em torno de 430 milhões de toneladas, sendo que o estado de Minas Gerais, com 17,0% das reservas exploradas, contribuía com aproximadamente 69,0% deste valor (Figura 8).

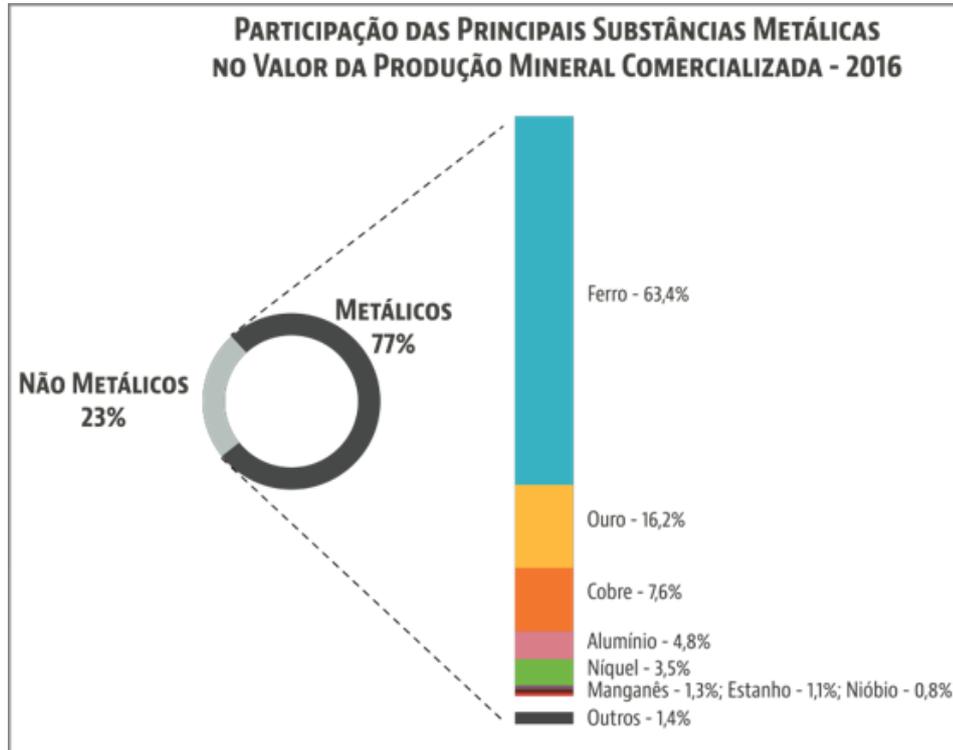
Figura 8 – Reserva e Produção Anual de Minério de Ferro no Brasil.



Fonte: Produção da própria autora, com dados do DNPM (2017).

Em 2016, as substâncias da classe dos metálicos responderam por cerca de 77% do valor total da produção mineral comercializada. Como mostra a Figura 9, entre essas substâncias oito destacam-se por corresponderem a 98,6% do valor da produção comercializada da classe, a saber: alumínio, cobre, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro (DNPM, 2017). Entre os metais que se destacam, o ferro corresponde a 63,4% da produção mineral comercializada.

Figura 9 – Participação das principais substâncias metálicas no valor da produção mineral comercializada – 2016.



Fonte: DNPM (2017).

Segundo Castro, Júnior e Lima (2011, p. 58), do Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero (CEAQFe) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP),

a mineração é uma atividade industrial de uso temporário da terra que requer uma alteração das condições ambientais naturais (ex. modificação da topografia local, supressão da vegetação, etc.) de forma a suprir à sociedade moderna com os minerais e energia necessários para seu bem-estar. A natureza das operações de uma mina, portanto, causa alterações tanto na superfície quanto em grandes profundidades da crosta terrestre, se a mina é operada a céu aberto ou subterraneamente, respectivamente.

Nas minas de ferro do Quadrilátero Ferrífero, são utilizados os métodos de lavra a céu aberto, ou seja, aqueles que provocam perturbações diretas na superfície. Conseqüentemente, geram impactos ambientais na topografia e alteram as paisagens naturais; podem modificar e, ocasionalmente, destruir escarpas, picos de montes e microssítios. Um problema é a subversão de ecossistemas naturais, bem como valores estéticos da natureza. Essas alterações, na maioria das vezes, são irreversíveis e podem resultar no desaparecimento de algumas espécies vegetais e animais (CASTRO; JÚNIOR; LIMA, 2011).

Castro, Júnior e Lima (2011) apontam, de forma clara, os principais impactos ambientais gerados pela mineração: desmatamentos, alteração nos aspectos qualitativos e no

regime hidrológico dos cursos d'água, desencadeamento dos processos erosivos, mortalidade da ictiofauna (peixes), desaparecimento de animais silvestres do local, poluição química provocada pelo mercúrio metálico na hidrosfera, biosfera e na atmosfera.

Milanez e Losekann (2016) destacam que a mineração se apresenta como promessa de geração de emprego e riquezas, não obstante, acarreta vários impactos sociais. A mudança da paisagem não se restringe a áreas naturais ou isoladas, a transformação também ocorre no ambiente construído, com apropriação das terras das comunidades locais e desmobilização. Conseqüentemente, alterações nas relações sociais, desintegração social e mudanças significativas nas culturas regionais. Outros impactos levantados foram o deslocamento de outras atividades econômicas e eliminação das formas de sustento e de vida da população local.

Os mesmos autores ressaltam também, a insatisfação das comunidades com a qualidade construtiva das casas que receberam e com o fato de não terem todas as suas necessidades atendidas. Além disso, estas comunidades perceberam comprometimentos estruturais das construções existentes devido às atividades de mineração.

A atividade de mineração gera impactos na saúde das pessoas que vivem próximas a grandes minas devido a poluição por material particulado, bem como pela contaminação dos cursos d'água, gerando conflitos em torno do consumo, risco de abastecimento da água e comprometimento da saúde das pessoas e das atividades econômicas locais. Ademais, as condições de trabalho perigosas e insalubres envolvidas nesta atividade (MILANEZ; LOSEKANN, 2016, p. 170 - 179)

A água é um dos bens mais importantes em todo o processo da mineração, desde a extração e produção mineral, abrangendo a exploração da jazida, os processos de beneficiamento do minério e as ações após a atividade exploradora.

A poluição dos recursos hídricos na mineração se dá pelo transporte de partículas de áreas decapeadas (mina, pilhas de estéril, estradas, pátios, etc.) por água pluvial; lançamento de rejeitos ou efluentes nos cursos d'água; deposição de resíduos sólidos não inertes que podem contaminar tanto águas superficiais quanto subterrâneas; bombeamento de carga sólida ou solúvel para rebaixamento do lençol nos cursos d'água; turbilhonamento dos aluviões na operação de dragagem; lançamento de esgotos sanitários e óleos e graxas das oficinas (CASTRO, JÚNIOR e LIMA, 2011, p. 67).

O Instituto Brasileiro de Mineração (2015)³⁶ corrobora essa afirmação ao destacar “a relação de interdependência entre a água e a atividade minerária”, ou seja, sem acesso à água

³⁶ Disponível em: <<https://ibram.org.br/noticia/agua-e-mineracao-fatos-e-verdades/>>. Acesso em: 23 fev. 2022.

em volumes adequados para a produção, é impossível a mineração em escala industrial. Ressalta, também, que, mesmo sendo relativamente um bem essencial aos processos de mineração, a água se torna tecnicamente “contaminante” ao entranhar-se no minério.

Nessa perspectiva, Castro, Júnior e Lima (2011) reforçam essa ideia ao afirmarem que a água utilizada na mineração pode conter metais pesados, produtos químicos e resíduos tóxicos, variando conforme o tipo de minério, os métodos de lavra e o tratamento do minério. Uma outra particularidade levantada pelos autores refere-se à concentração do metal pesado manganês, que, eventualmente, apresenta-se elevada, associada ao ferro nas jazidas de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero. Além disso, expressam que os efluentes (grandes volumes de rocha e solo) oriundos da atividade de mineração do ferro contribuem para o assoreamento dos rios e córregos.

Os autores destacam, ainda, que a implantação de barragens é um dos procedimentos para a “prevenção e minimização do assoreamento dos rios a jusante das áreas de mineração”, sendo instaladas visando reter os rejeitos e efluentes e, ao mesmo tempo, “preservar a estrutura e funcionalidade do sistema fluvial afetado”. Desse modo, presumem que o impacto ambiental dessa atividade na comunidade do seu entorno será ínfimo (CASTRO, JÚNIOR; LIMA, 2011, p. 72).

Embora as mineradoras procurem minimizar os impactos ambientais associados a barragens de rejeitos, problemas de curto e longo prazos não deixarão de existir. Seus principais impactos serão: “poluição da água (superficial e subterrânea) durante a operação e após o fechamento da mina, estabilidade e segurança da barragem, poeira gerada na praia de rejeitos, impacto visual e desmatamento” (CASTRO; JÚNIOR; LIMA, 2011, p. 72). Todos os impactos estão diretamente relacionados ao seu processo construtivo das barragens, bem como, a sobrecarga de rejeitos e a manutenção preventiva.

Isso vem ao encontro de Sánchez *et al.* (2018, p. 1), nos termos do Relatório Temático nº 1 do Painel do Rio Doce, publicado pela União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais (UICN), que definem barragens de rejeitos como sendo “estruturas de engenharia projetadas para armazenar com segurança os resíduos do tratamento de minérios”. Chamam, ainda, a atenção para o fato de que,

embora sejam projetadas para durar por toda sua vida operacional e além (após o devido fechamento), as barragens de rejeitos (ou outras instalações de armazenamento de rejeitos) podem romper, o que ocorre com muito mais frequência do que nas barragens de água (SÁNCHEZ, *et al.*, 2018, p. 1).

Continuando nessa mesma linha de considerações, é importante recorrer novamente a Castro, Júnior e Lima (2011, p. 72), pois afirmam que “a estabilidade de uma barragem é vital para a estocagem permanente dos efluentes líquidos e rejeitos sólidos gerados no tratamento dos minérios”, apontando, também, que os seguintes fatores podem interferir na estabilidade de uma barragem: “a altura e talude, as características geotécnicas da fundação e o material constituinte do barramento, além de hidrologia da região e sismicidade”.

Deve-se levar em conta que o risco de rompimento de barragens de rejeitos é um elemento estruturalmente ligado à atividade de exploração mineral e é proporcional ao crescimento da produção mineral, como relatado no caso da barragem de Fundão em Mariana.

Vervloet (2016), em Milanez e Losekann (2016, p. 108), destaca que

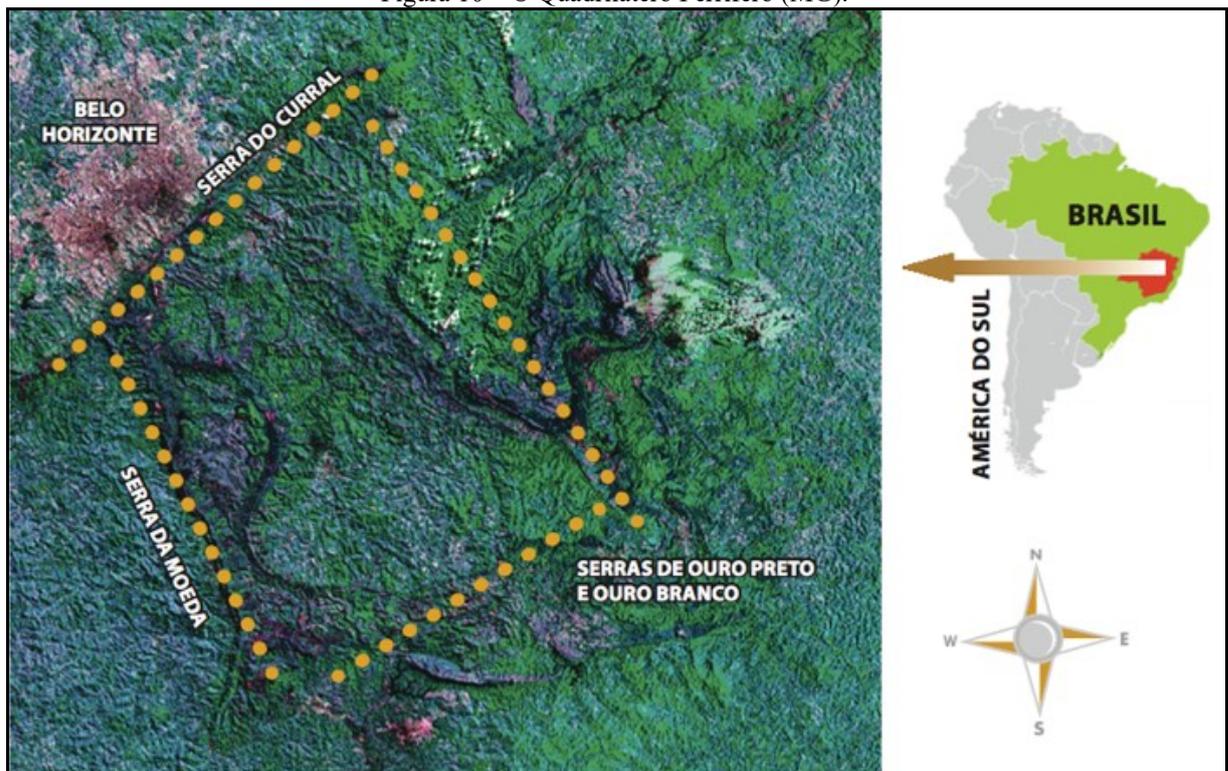
a abertura de frentes de lavra e a formação de cavas de minério, em processo de extração a céu aberto e com necessidade de beneficiamento do Fe para concentração e transporte por mineroduto, é uma forma de exploração mineral que pressupõe a existência de gigantescos depósitos de rejeito de minério, gerando materiais que precisam ser acondicionados por meio da construção e manutenção das barragens e/ou cavas abandonadas devido à exaustão, além de altas pilhas escalonadas.

A exploração mineral no Brasil já existe há três séculos, principalmente no estado de Minas Gerais. No entanto, somente nos últimos anos a maioria das pessoas se deu conta da relação entre exploração mineral, barragem de rejeitos e o consequente risco de seu rompimento. Especialmente nos últimos 15 anos, o setor mineral intensificou de forma significativa a exploração. Esse fato deveu-se ao grande aumento da demanda mundial de *commodities* e, em consequência, à expressiva valorização desses produtos. No caso específico do Brasil, esse acréscimo da extração dos minérios teve dois motivos principais: em primeiro lugar, pelo alto consumo e importação de minério de ferro pela China; em segundo lugar, pela política de crescimento econômico, baseada na primarização da economia, investindo fortemente em bens primários mais do que nos beneficiados e industrializados (MILANEZ; LOSEKANN, 2016).

Situação que traz à tona o pensamento do escritor uruguaio Eduardo Galeano sobre o julgo das nações ricas sobre aquelas em desenvolvimento. Desde o período colonial, essas nações produzem aquilo que em verdade enriquece os países desenvolvidos. Nas palavras de Galeano, o subdesenvolvimento é, em verdade, consequência da relação predatória que mantém com os países desenvolvidos. Não foi diferente em relação ao Brasil, aumentando a produção de minérios, especialmente, para entregar aos países que produzirão manufaturados, obviamente muito mais valiosos (GALEANO, 2010).

O Quadrilátero Ferrífero (Figura 10), área sobre a qual se discutiu acima, possui um arranjo geológico-estrutural de grande complexidade, sendo uma região objeto de considerável número de estudos. Por conseguinte, é reconhecida mundialmente como um importante terreno pré-cambriano, com significativos recursos minerais, em especial ferro e ouro. Em contrapartida, é a região de Minas Gerais que contém a maior concentração urbana, com cerca de 22% do total da população do estado (CASTRO; JÚNIOR; LIMA, 2011). Ou seja, pressupõe-se que uma grande parcela da população do estado estará exposta à ocorrência de eventos catastróficos, como os ocorridos em Mariana e Brumadinho, principalmente se levarmos em conta que aspectos dinâmicos das transformações ambientais e ocorrência de casualidades geológicas imprevisíveis devem ser considerados ao se analisar o perigo e o risco de rompimento de barragens de rejeitos.

Figura 10 – O Quadrilátero Ferrífero (MG).



Fonte: Entendendo a Mineração no Quadrilátero Ferrífero (2011).

3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO

A catástrofe socioambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Doce trouxe o sentimento de tragédia humana, no seu sentido mais amplo, associada à grave violação da dignidade da vida humana e do bem-estar social, abolindo direitos humanos, como direitos sociais,

ambientais, econômicos e culturais. Com essa tragédia, foram violados direitos de diversas ordens e em diferentes escalas. Do ponto de vista do direito ambiental, apresentam-se impactos em toda a calha do rio Doce. Os rejeitos da mineração continham uma substância chamada eteramina, uma espécie de detergente utilizado para separar o minério a ser exportado dos rejeitos de sílica. A lama de rejeitos atingiu as matas ciliares, alterando os aspectos bióticos e abióticos presentes no solo; depositou-se no fundo do rio, alterou a passagem de luz e a atividade orgânica, tanto no leito do rio como no seu entorno. Alterou as interações da flora e da fauna, e espécies da flora nativa já não são capazes de se desenvolver nas áreas atingidas pela lama. Além desses males, chegou a atingir o oceano Atlântico, causando impactos também na faixa litorânea da foz do rio Doce. Portanto, foi violado o direito fundamental ao Meio Ambiente equilibrado, previsto no art. 225 da Constituição Federal de 1988.

Esse desastre socioambiental ilustra a ação do ser humano sobre a natureza, no intuito de explorá-la financeiramente, em consequência, lhe causando danos e, ademais, permitindo o desmantelamento em cadeia do meio ambiente pelo rompimento da barragem. Neste sentido, a filósofa Hanna Arendt já alertava para o risco da ação humana sobre a natureza muito mais “criando processos naturais e dirigindo-os para as obras humanas e para a esfera dos negócios humanos, do que pela construção e preservação da obra humana” (ARENDR, 2014, p. 91).

Os danos, que se iniciaram impactando o meio ambiente, trouxeram prejuízos às comunidades ribeirinhas, pequenos produtores rurais, agricultores familiares e assentados de reforma agrária, os quais passaram a ter uma faixa de seus terrenos inutilizada para a agricultura de subsistência. Atingiu a atividade de subsistência das pessoas que viviam da pesca no rio Doce, comprometendo a sustentabilidade de suas famílias. Ademais, gerou-se a incerteza sobre a utilização ou não da água bruta do rio nas atividades de irrigação e dessedentação do gado. A permanente noção do risco e o sentimento de incerteza se dá em toda a bacia. Seja pela dúvida em relação à potabilidade da água tratada, seja em relação às hortaliças da feira ou aos peixes destinados ao consumo humano, direitos sociais e econômicos – como alimentação, renda, saúde, lazer, entre outros, descritos nos artigos 6º e 7º da Constituição Federal de 1988 – foram violados.

Quanto aos impactos culturais, modos de ser, viver e fazer, também foram alterados. Práticas associadas ao patrimônio cultural imaterial e também material foram destruídas. Houve, ainda, impactos em comunidades tradicionais e sistemas simbólicos atribuídos às questões naturais. Práticas esportivas, como a canoagem e outros esportes aquáticos praticados no rio Doce, desapareceram. Os impactos foram tanto na perspectiva do indivíduo,

em suas relações privadas e profissionais, quanto na coletividade, titular dos direitos difusos transindividuais. Tais alterações no modo de viver atingem direitos fundamentais resguardados pelo art. 5º da Constituição Federal de 1988.

Espindola, Ferreira e Mifarreg (2017, p. 89) destacam que “o desastre da Samarco/Vale/BHP alargou o *envirotechnical* regime da mineração”, exteriorizando que o risco pode afetar elementos diferenciados, de natureza social, econômica, ecológica, cultural, financeira e subjetiva, de forma mais extensa e com ameaças irrestritas.

Os rejeitos da Samarco desceram o rio em grande velocidade, acomodaram-se na calha ou transbordaram sobre a área alagável e efluentes. Sua força colocou em suspensão os sedimentos dos processos de mineração pregressos, erodiu leitos, carregou sedimentos e a vegetação, afetando direta e indiretamente o município de Governador Valadares.

Conforme publicado no site da Samarco³⁷, o abastecimento ficou comprometido em nove cidades, devido à pluma de rejeitos que, momentaneamente, prejudicou a captação direta de água do rio Doce. Governador Valadares foi um dos municípios atingidos e teve a captação de água do rio afetada por oito dias. Por essa razão, serviços públicos, como saúde e educação, além do comércio de bens e serviços e indústrias locais, ou seja, todos dependentes da rede pública de água, foram acometidos pela interrupção do serviço de abastecimento.

Entretanto, deve ser ressaltado que, mesmo antes da catástrofe, o rio Doce já sofria com os rejeitos de mineração os quais são despejados de forma direta e indireta. Diante disso, diversos trabalhos acadêmicos têm discutido sobre o uso alternativo dos rejeitos de mineração em diferentes áreas, especialmente na construção civil, assunto que será tratado na seção 3.5 — *Uso de rejeitos de mineração na construção civil*. Se, antes do acontecimento, já havia uma grande quantidade de rejeitos no rio Doce, após a tragédia, o volume deles aumentou consideravelmente, atingindo todo o território por onde passa o rio. Além do impacto sobre o meio ambiente e as perdas materiais, não se podem omitir as perdas imateriais, envolvendo questões sociais e emocionais das populações atingidas, trazendo consigo o império da incerteza e do medo.

São violações que não dizem respeito somente ao Brasil e aos brasileiros. Exemplo disso foi o comunicado da ONU³⁸ ao Brasil cobrando da empresa Samarco, das suas controladoras, Vale e BHP, e do governo brasileiro ações mais efetivas para a reparação do desastre ambiental, bem como uma ação mais firme do governo brasileiro na investigação e punição dos envolvidos.

³⁷ Disponível em: <<https://www.samarco.com>>. Acesso em: 23 de jul. 2018.

³⁸ Disponível em: <goo.gl/GXwNK2content_copy>. Acesso em: 25 de jul. 2018.

Os impactos decorrentes do rompimento da barragem de rejeitos da Samarco Mineração S.A. são persistentes e duradouros, gerando danos sociais, culturais, econômicos e ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Múltiplas questões socioambientais se destacam em situações de desastre dessa natureza:

de um lado questões técnicas, econômicas e de governança relacionadas ao sistema territorial criado pelos grandes investimentos de capital na mineração e, por outro, as questões ambientais, sociais, culturais e psicológicas dos lugares e ecossistemas atingidos, ocorrendo ainda as mediações políticas, éticas e jurídicas (ESPINDOLA; GUERRA, 2017, p. 222).

Vale também ressaltar, que, antes da catástrofe, o rio Doce passava por um período de seca, isso vinha fazendo com que a população racionasse água. Com a chegada da lama, o cenário foi de medo, incerteza, desconfiança e desordem. O município de Governador Valadares sofreu diretamente com medidas emergenciais, em função da interrupção do abastecimento público, tais como: fornecimento de água por meio de carros-pipa, caixas d'água comunitárias, poços artesianos, entrega de água mineral, entre outros arranjos emergenciais. De acordo com o Grupo Independente para Avaliação do Impacto Ambiental (GIAIA), a alteração da qualidade da água também trouxe a elevação dos custos de captação e de tratamento da água, exigindo aumento da demanda de produtos químicos, como o emprego de floculantes especiais, maior frequência de limpeza dos filtros e a ocorrência de paralisações não previstas (GIAIA, 2015).

Considerando que os recursos hídricos da bacia do rio Doce desempenham um papel fundamental na economia do leste mineiro e do noroeste capixaba – uma vez que fornecem a água necessária aos usos doméstico, agropecuário, industrial e geração de energia elétrica, entre outros –, e os engenheiros e técnicos são importantes na preservação desses recursos, nossa preocupação é também com o destino adequado do lodo da Estação de Tratamento de Água (ETA) do município de Governador Valadares, que atualmente retorna para o rio Doce.

3.5 USO DE REJEITOS DE MINERAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O processo de extração e beneficiamento de minério de ferro gera resíduos que, dissolvidos em água, são armazenados em barragens, com o intuito de proteger os mananciais do contato com os produtos químicos e minerais neles contidos. São, portanto, as barragens que absorvem grande quantidade de material químico e mineral altamente contaminante para o meio ambiente. Esse armazenamento é preocupação constante dos órgãos reguladores e de

proteção ambiental e é regido por rigorosas normas técnicas, bem como por uma legislação ambiental, devido ao seu alto poder contaminante.

Em função do grande volume de resíduos produzidos pela extração mineral, especialmente em Minas Gerais, que é um grande produtor mineral, há uma crescente preocupação com o destino adequado para esses rejeitos. Muitas são as pesquisas desenvolvidas com a preocupação em dar um adequado destino a esse material abundante em produtos minerais, mas também com alto potencial contaminante. Em diferentes locais do Brasil, estudos realizados apontam resultados satisfatórios no que diz respeito à utilização de rejeitos de mineração de ferro e lodo de estações de tratamento de água (ETA) como elementos construtivos.

Pereira (2008) verificou a viabilidade de utilização de resíduos industriais como matéria-prima na produção de componentes cerâmicos para construção civil, bem como a possibilidade de uso do Lodo de Estação de Tratamento de Água (LETA) de Cubatão para a fabricação de elementos construtivos. Os resultados dessa pesquisa mostraram que as características do LETA de Cubatão são similares às da argila, o que permite sua aplicação na fabricação de bloco cerâmico, substituindo totalmente a argila. Além desse estudo, destacam-se as pesquisas de Nociti (2011), que discute sobre o aproveitamento de rejeitos oriundos da extração de minério de ferro na fabricação de cerâmicas vermelhas. Os objetivos de sua investigação foram os seguintes: avaliar a viabilidade de adicionar uma quantidade específica de rejeito proveniente da mineração de ferro na massa cerâmica, mantendo sua trabalhabilidade e minimizando um problema ambiental; e fabricar blocos alternativos de cerâmica vermelha, visando proporcionar um destino ecologicamente correto aos rejeitos, reduzindo a quantidade de argila para a fabricação de cerâmicas vermelhas. O autor concluiu que os rejeitos provenientes da mineradora, o arenoso e o de lama, basicamente são constituídos de sílica e óxido de ferro. Em termos de tempo de processamento e economia financeira, o uso do rejeito arenoso é mais viável, pois, além de não necessitar de moagem, pode ser utilizado em maior quantidade. Os resultados demonstraram que a agregação de rejeitos nas quantidades especificadas permite a fabricação de blocos cerâmicos para vedação, isto é, sem função estrutural.

Outra estudiosa no assunto é Campanha (2011) que investigou sobre as características químicas, mineralógicas e geotécnicas dos rejeitos provenientes do beneficiamento do minério de ferro, objetivando a sua inserção no ciclo produtivo como material de construção para pavimentação. A coleta dos materiais foi efetuada em pontos específicos do processo de beneficiamento, interceptando-se os seus lançamentos em barragem, preservando-se, assim, as

suas propriedades e características individuais. A aplicabilidade ensejada destinava-se à minimização dos impactos negativos decorrentes das áreas de empréstimo necessárias às obras de pavimentação e à redução do volume dos rejeitos dispostos em barragens. Assim, foram avaliadas as suas propriedades para utilização em camadas estruturais do pavimento. Em seus resultados, os rejeitos de mineração apresentaram potencial para uso em pavimentação, especialmente quando melhorados com cimento.

Com outros propósitos investigativos, Aristimunho e Bertocini (2012) buscaram avaliar o comportamento mecânico da aplicação da lama de minério de ferro na forma de pó em argamassas de cimento Portland e, desse modo, encontrar respostas quanto à viabilidade técnica dessa aplicação e quais os melhores traços. Os autores demonstraram que a adição de 8% de pó de minério de ferro na mistura resultou no melhor resultado, pois sua resistência tende a subir em idades avançadas; e, em todas as idades, suas resistências são superiores à referência. O índice de consistência não foi prejudicado, percebendo-se uma suave mudança de cor (avermelhada). Com a substituição de 20% da areia, o resultado foi melhor, pois suas resistências são superiores à referência, e o índice de consistência e sua massa específica real não foram prejudicados, além de ter apresentado boa pigmentação.

Em outro estudo, Fontes (2013) produziu argamassas para revestimento e assentamento de alvenaria utilizando o Rejeito de Barragens de Minério de Ferro (RBMF) como matéria-prima na substituição de agregados naturais e da cal. Os resultados alcançados permitiram avaliar que é possível usar o RBMF como matéria-prima de forma técnica e ambientalmente adequada na produção de argamassas com agregados reciclados, isso traz como resultado último a redução dos impactos ambientais da mineração.

Já Silva (2014) estudou a viabilidade do uso de resíduos da concentração de minério de ferro como aditivos na indústria de blocos de cimento e na indústria de cerâmica, com vistas a diminuir ou eliminar a disposição desses resíduos no ambiente e estimular novos negócios em comunidades impactadas pela atividade mineradora. Os rejeitos mostraram-se como materiais tecnicamente viáveis na substituição de agregados finos e grossos de blocos intertravados de concreto (Pavers), no que diz respeito à resistência mecânica após cura de 28 dias. Os corpos de prova, com a adição de resíduos, passaram a ter maior porosidade e, conseqüentemente, menor hermeticidade³⁹, o que é um bom indicador para a confecção dos blocos de concreto. Os resultados indicaram que os rejeitos estudados são viáveis tecnicamente, apresentando grande potencial para reaproveitamento.

³⁹ De acordo com o Dicionário Aurélio, hermeticidade é um substantivo feminino que significa qualidade daquilo que está fechado, selado. Na engenharia, significa que o material tem menos poros.

Há, ainda, os estudos de Andrade, Marques e Peixoto (2016), que avaliaram as perspectivas para o reaproveitamento de rejeitos da mineração de ferro como materiais de construção alternativos. Os resultados apontam que os rejeitos exibem características e propriedades semelhantes às requeridas para diferentes materiais de construção. Os usos avaliados foram a incorporação no cimento, fabricação de concretos, argamassas e cerâmicas e utilização em obras de pavimentação, tendo sido constatado um cenário propício para aplicação dos rejeitos da mineração de ferro como materiais da construção civil. O reaproveitamento de rejeitos da mineração de ferro é uma questão de grande relevância, principalmente no que diz respeito à redução de áreas impactadas e reaproveitamento de materiais que irão reduzir a demanda por recursos naturais primários.

Para finalizar a apresentação dos casos de sucesso no uso desse tipo de material, destaca-se a investigação de Sampaio (2017) que analisou a viabilidade técnica da utilização de lama de ETA para a substituição parcial de cimento na produção de concreto. Nessa pesquisa, concluiu-se que a cinza de lama da ETA estudada não afetou negativamente a resistência mecânica do concreto quando usada como substituto parcial de cimento em pequenas porcentagens. Na substituição de 5% de cimento por cinza, os resultados mostraram-se até melhores do que no caso da referência (sem cinza). Quanto ao processo de secagem da lama, isso pode ser realizado com baixo consumo de energia e recursos humanos, pois ocorre eficientemente quando a lama é exposta às condições atmosféricas. Com isso, se obtém um ganho ambiental considerável, considerando que se valoriza um resíduo e, ao mesmo tempo, se evita a extração de recursos minerais. Existem razões para acreditar que essa alternativa de gestão das lamas de ETA poderá ser uma das melhores opções para destinar esse resíduo.

As formas de disposição convencionais do lodo de ETAs – em aterros sanitários ou corpos d'água – não condizem com a Lei nº 12.305/10⁴⁰, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e tem como princípios a minimização, reuso, reaproveitamento e reciclagem de resíduos. A disposição inadequada desses resíduos tem originado impactos ambientais críticos. Em contrapartida, tal situação tem inspirado estudos que indicam usos promissores desses materiais, mas dependentes das características do lodo, da qualidade da água bruta de origem e do tipo de tratamento.

Katayama (2012) destaca as propostas de uso de resíduos de ETA de vários pesquisadores, a saber: recuperação de áreas degradadas, agricultura, remoção de fósforo de

⁴⁰ Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade.socioambiental/a3p/eixos-tematicos/item/525>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

efluentes de estações de tratamento biológico de esgotos, incorporação na fabricação de cimento, utilização na fabricação de tijolos, inibição na formação de sulfetos, compostagem e fabricação de solo para jardinagem e substratos de *wetlands* construídas⁴¹.

A viabilidade de reaproveitamento dos rejeitos, destacada nos trabalhos apresentados acima, aponta para a possibilidade de que muitas minerações de ferro possam deixar de enviar para as barragens toneladas de rejeitos, o que colaborará para a preservação ambiental na região em que estão instaladas, provocando um menor impacto visual, além de geração de empregos para a comunidade local.

Diante da apresentação dessas promissoras experiências, salta a responsabilidade coletiva sobre o que fazer com os resíduos da ETA de Governador Valadares. Se, em um primeiro momento, os estudos sobre essa questão já eram de grande importância, pois demonstravam o grande problema a respeito do destino dos resíduos das mineradoras nas águas que recebem seus rejeitos, agora são ainda mais pertinentes, dada a magnitude desse desastre e do volume de rejeitos a ele associado. Contudo, não basta apenas fazer balanço dos prejuízos, devendo haver, também, algum tipo de intervenção efetiva. Tendo em vista essa necessidade, o próximo capítulo é destinado a uma proposta de intervenção na cidade de Governador Valadares.

⁴¹ Uma das tecnologias mais promissoras para tratamento de águas residuais é o sistema de *wetlands* construídas (WC), ou sistema de alagados construídos. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/I-X-001.pdf>>. Acesso em 25 jul. 2019.

4 USO DE UMA TECNOLOGIA SOCIAL COMO SOLUÇÃO

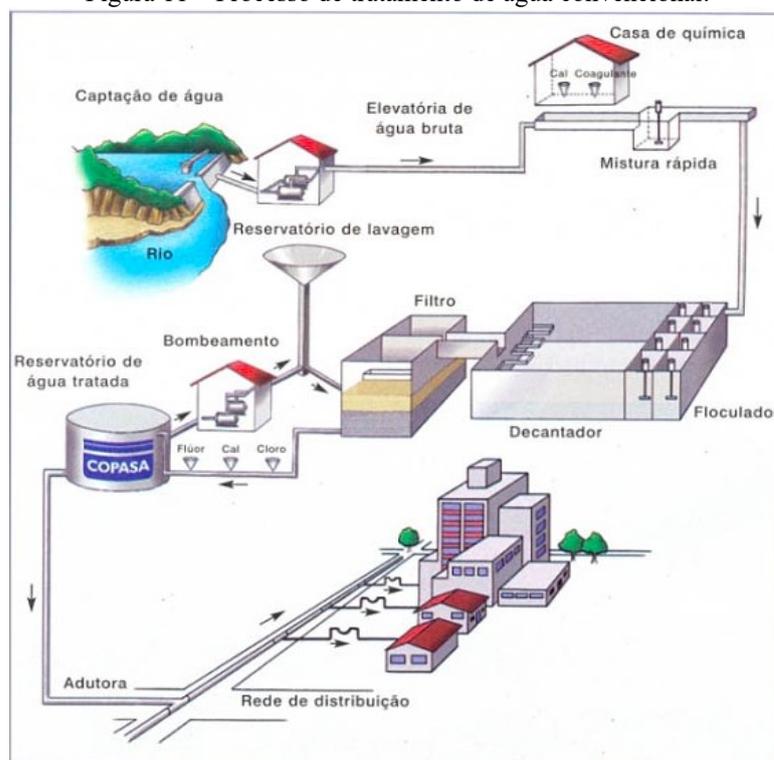
Este capítulo se ocupa em apresentar o uso de uma tecnologia social como uma solução viável para a disposição final do lodo da ETA de Governador Valadares - MG e uma proposta de intervenção, projeto-piloto na UNIVALE para a construção de vias de acesso para pessoas com deficiência. Abordar-se, neste trabalho, o uso deste lodo como *tecnologia social e solução ambiental*.

4.1 DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

4.1.1 Processos de tratamento de água

O tratamento de água consiste em operações físicas e químicas em água bruta, a fim de que a água se torne biologicamente e quimicamente segura para consumo humano. Para isso, utilizam-se vários processos e operações que, mediante a introdução de produtos químicos, transformam água bruta, normalmente inadequada para consumo humano, em água de acordo com os padrões de potabilidade exigidos. O tratamento mais utilizado no Brasil é o convencional (Figura 11), que leva em conta os seguintes procedimentos: captação, adução, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e reservação. Todo esse processo gera como subprodutos, uma elevada quantidade de resíduos, conhecidos por lodos de ETAs.

Figura 11 – Processo de tratamento de água convencional.



Fonte: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agua-de-qualidade/tratamento-da-agua>⁴².

A captação é “o conjunto de equipamentos e instalações utilizados para a tomada de água do manancial, com a finalidade de lançá-la no sistema de abastecimento” (FUNASA, 2014, p. 52). No município de Governador Valadares, a forma de captação é a tomada direta do rio Doce, que é um manancial de superfície. De acordo com o manual da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), “as águas de superfície são as que mais necessitam de tratamento, porque se apresentam com qualidades físicas e bacteriológicas impróprias” (FUNASA, 2014, p. 55).

A etapa que consiste no transporte da água bruta da captação para a ETA, por meio de bombas (recalque), gravidade, ou ambas, é chamada de adução. Segundo a FUNASA, após a adução iniciam-se as etapas do tratamento convencional: “clarificação (mistura rápida/coagulação, mistura lenta/floculação, decantação e filtração), desinfecção, correção de pH, reservação e distribuição” (FUNASA, 2014, p. 56).

O mesmo manual descreve, também, a operação de coagulação, que consiste na incorporação do coagulante na água bruta, com o objetivo de

⁴² Acesso em: 20 de junho de 2019.

transformar as impurezas que se encontram em suspensão fina, estado coloidal e dissolvidas, em partículas que possam ser removidas pela decantação (sedimentação) e filtração. Esses aglomerados gelatinosos se reúnem produzindo os flocos (floculação) (FUNASA, 2014, p. 56).

Na fase de floculação, a água é submetida à agitação mecânica gradualmente decrescente para que as impurezas formem flocos e para que esses flocos não sejam destruídos nem se depositem no fundo. Esse manual explica, ainda, que, “após a floculação, a água é transferida para os decantadores, a matéria em suspensão vai se depositando pela ação da gravidade [...]” (FUNASA, 2014, p. 61). Assim, os flocos de impureza se separam do líquido e descem para o fundo dos tanques de decantação, na zona de repouso onde acumula-se o lodo.

Visto que os lodos formados na decantação são resultantes das etapas de coagulação/floculação e sedimentação das partículas – sendo também os que apresentam maior concentração de sólidos –, conseqüentemente a decantação gera a maior quantidade de lodo. Lodo que será o objeto da presente pesquisa a qual busca fazer o uso desse material como tecnologia social. Como estes resíduos são derivados de sólidos suspensos na água bruta e dos produtos químicos adicionados no processo de tratamento, como coagulantes, cal e outros, apresentam, dessa maneira, características variadas.

Em virtude do rompimento da barragem de rejeitos de mineração de Mariana, acredita-se que o lodo da ETA de Governador Valadares tenha também, em sua composição, os rejeitos oriundos dessa barragem, ampliando o problema de seu tratamento e disposição final. Portanto, faz-se necessário identificar suas propriedades físicas e químicas, bem como o teor de contaminação, considerando que “o decantador deve ser lavado quando a camada de lodo se torna muito espessa” (FUNASA, 2014, p. 62), devendo esse resíduo, conforme a entidade de saúde, ser descartado de forma ambientalmente adequada no rio Doce.

Levando-se em consideração essa realidade, cabe destacar o relatório da Unesco (2018) sobre a gestão das águas, no qual são buscadas soluções baseadas na natureza. O resumo executivo alude que

a proteção das fontes hídricas reduz os custos de tratamento de águas para os fornecedores urbanos, assim como contribui para o acesso à água potável e segura em comunidades rurais. Florestas, zonas úmidas e campos, bem como solos e áreas de plantio, quando gerenciadas de forma adequada, exercem papéis importantes na regulação da qualidade da água, por meio da redução de carga de sedimentos, da captura e retenção de poluentes, e da reciclagem de nutrientes. Nos locais onde a água está poluída, tanto os ecossistemas construídos quanto os naturais podem ajudar a melhorar a qualidade da água (ONU, 2018, p. 5).

Desse modo, é necessário que o tratamento e a disposição dos lodos se tornem uma parte importante no processo de uma ETA. Além disso, cabe a todos colocar em prática ações que resultem em menor contaminação das fontes hídricas, como, por exemplo, destinar adequadamente o lixo doméstico e industrial. Cabe também, à população lutar por políticas de saneamento básico.

4.1.2 Características do lodo

O lodo de estações de tratamento de água é resultado do processo de coagulação da água bruta e sua composição caracteriza-se pela presença de água, de resíduos orgânicos e inorgânicos presentes na fonte de abastecimento, tais como algas, bactérias, vírus, partículas orgânicas em suspensão, colóides, areias, argilas, siltes, cálcio, magnésio, ferro, manganês, etc. e de subprodutos advindos dos processos físico-químicos e biológicos do tratamento da água para sua potabilização e representa, em volume, um valor entre 0,2 a 5% do volume da água tratada pela ETA (RICHTER, 2001; ANDREOLI, 2006).

Segundo a NBR 10.004/2004, o lodo gerado nas estações de tratamento de água é considerado resíduo sólido. Esta norma estabelece os critérios para classificação dos resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Também, estabelece os códigos para a identificação dos resíduos de acordo com suas características e destaca que “a classificação envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido” (ABNT, 2004a, p. v).

Mediante esta norma, os resíduos sólidos são divididos em dois grupos: a) Perigosos (Classe I); b) Não perigosos (Classe II), subdividido em Não inerte (Classe II-A) e Inerte (Classe II-B). Mesmo apresentando uma consistência aquosa, o lodo da ETA é classificado pela NBR 10.004 como resíduo sólido Classe II-A – Não Inerte e Não Perigoso. (ABNT, 2004a). Inclusive define os resíduos não inertes, Classe II A, como resíduos que não se apresentam como inflamáveis, corrosivos, tóxicos, patogênicos, e nem com predisposição para reação química. Ademais, podem apresentar propriedades biodegradáveis, comburentes ou solúveis em água.

Esta norma é muito importante, por meio dela tem-se uma visão dos impactos ambientais que os resíduos podem gerar, pode-se determinar adequadamente o gerenciamento destes resíduos, além de ser uma referência para os órgãos reguladores que atuam na fiscalização da coleta, transporte, armazenamento e destinação final de cada tipo de resíduo.

4.1.3 Disposição do lodo

A disposição de lodos de estação de tratamento de água de forma ambientalmente correta caracteriza-se em mais um desafio a ser enfrentado pelas companhias de saneamento. O lodo de ETA tem origem nos decantadores e nos filtros, suas características se alteram de acordo com as condições de qualidade do manancial de captação da água bruta e também com os produtos químicos utilizados na potabilização da água que podem ser nocivos ao meio ambiente e à saúde do ser humano. Por conseguinte, pesquisadores buscam avaliar o potencial tóxico, quantificar e caracterizar este resíduo, como também, soluções para o uso e disposição final dos lodos.

De acordo com os dados da Tabela 51 da PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 4873 municípios brasileiros possuem ETAs e/ou UTSs (Unidade de Tratamento Simplificado) em operação. Desses 1825 (37,5%) geram lodo. Entre os que geram lodo, 1030 (56,4%) descartam o lodo em corpos d'água e 414 (22,7%) em aterros sanitários (IBGE, 2017)

O lançamento de resíduos em corpos de água é regulado pela Resolução 357 (CONAMA, 2005), que estabelece os padrões de qualidade da água a serem atendidos, e pela Resolução 430 (CONAMA, 2011) que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Fica claro em seu Art. 5º que “os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento”, ou seja, “os padrões de qualidade a serem obedecidos no corpo receptor são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado” (CONAMA, 2011).

Cabe ressaltar o Art. 30 desta resolução que enuncia: “o não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e em seu regulamento” (CONAMA, 2011). Esta lei dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, nesse sentido, desde 1998, descartar lodos de ETA em corpos hídricos é considerado crime ambiental (BRASIL, 1998).

Como destacado anteriormente, a NBR 10.004/2004, considera o lodo gerado nas estações de tratamento de água como resíduo sólido, portanto, deve seguir os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305 de 2010 e não deve ser lançado na rede pública de esgotos ou corpos de água sem tratamento prévio (ABNT, 2004a; BRASIL, 2010).

De acordo com essa lei, em seu Artigo 20º, Inciso I, os geradores de resíduos sólidos estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Ressalta ainda, no

§1º do Artigo 27 que a contratação de serviços de destinação final não os isenta da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos (BRASIL, 2010a).

É oportuno que se debata e pesquise sobre o necessário gerenciamento dos resíduos de ETA. Não apenas o Brasil, assim como todos os demais países devem manter uma agenda relacionada à Política de Resíduos Sólidos. No Brasil, este assunto é regulado pela Lei 12305/2010. A Agenda ESG (Ambiental, Social e Governança) e o Novo Marco Legal do Saneamento são importantes ferramentas para tornar o tema relevante e que contribua com a conscientização da necessidade de que as ETAs sejam eficientes do ponto de vista ambiental e com foco na gestão do lodo.

4.1.4 Aplicação do lodo

De acordo com o IBGE (2017), o Brasil produz nas estações de tratamento de água convencionais, não convencionais e por simples desinfecção, 43.645.542 m³/dia de água tratada. As ETA's convencionais de ciclo completo são responsáveis pela produção de 32.795.766 m³/dia, ou seja, 75,14% da água tratada. A produção de resíduos nas ETA varia de 0,2% a 5% do volume total de água tratada (RICHTER, 2001; ANDREOLI, 2006), o que corresponde a uma geração de valor médio de 852.698,92 m³/dia de resíduos gerados nas ETA convencionais.

Ainda segundo o IBGE (2017), o lodo é gerado por 37,5% (1825) dos 4873 municípios brasileiros que possuem ETA ou UTS, e destes, 56,4% (1030) descartam os resíduos em cursos hídricos, sem qualquer tratamento. Normalmente, a disposição final deste resíduo é em cursos d'água, aplicação direta no solo, disposição em aterro sanitário, incineração, incorporação ao concreto como agregado, lagoas, lançamento na rede de esgotos sanitários, fabricação de tijolos cerâmicos e pavimentação. Contudo, esta destinação não é facilmente atingível pelas empresas geradoras de resíduos, posto que as possibilidades dependem de viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Dessa forma, estudar alternativas ambientalmente compatíveis é o caminho para reduzir os impactos ambientais da disposição inadequada destes resíduos, e o emprego do lodo na construção civil pode ser uma possibilidade, inclusive, contribuir com a preservação dos recursos naturais não-renováveis usualmente empregados.

Nesse sentido, e compreendendo as consequências socioambientais do destino e usos inadequados do lodo proveniente da ETA de Governador Valadares, que ainda é considerado contaminado pelos rejeitos da mineração, analisou-se a viabilidade técnica e ambiental de

utilização desse material, como tecnologia social, em projeto de pavimentação, sendo uma intervenção-piloto para melhorar a acessibilidade de pessoas com deficiência física na Univale.

Neste contexto, antes de apresentar a proposta de intervenção-piloto, o sistema de abastecimento de água de Governador Valadares (MG) será contextualizado, elencando o processo de expansão do município, a instalação do sistema de abastecimento de água potável, a ocupação desordenada oriunda do acelerado crescimento demográfico e suas consequências. Além disso, os desdobramentos gerados pelo rompimento da barragem de Fundão.

4.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE GOVERNADOR VALADARES: CONTEXTUALIZAÇÃO

O município de Governador Valadares despontou-se como núcleo no ciclo de ocupação e exploração regional e, com a inauguração da estação ferroviária, em 1910, foi fortalecida a posição da então chamada Figueira, nome da cidade naquele tempo. Deve-se destacar que essa cidade ocupava o lugar de importante entreposto comercial do Médio Rio Doce (GENOVEZ; VILARINO; SUPERBI, 2012).

De acordo com Genovez, Vilarino e Superbi (2012), foi na conjuntura da II Guerra Mundial que se acelerou vertiginosamente o seu crescimento populacional, bem como expandiu-se a sua malha urbana, quando as dificuldades de abastecimento interno e a demanda por países aliados alavancaram (ou propulsionaram) a economia regional. Os Estados Unidos se interessaram pela região atraídos “pela presença de dois minérios estratégicos: mica e malacacheta”. Os autores ressaltam também a importância da abertura do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP) na região, no ano de 1943, sob a coordenação de fundador e primeiro diretor, Dr. José Pinto Machado, “para executar o saneamento e dar início ao processo de urbanização de todo o Médio Rio Doce e resolver os problemas das endemias” (GENOVEZ; VILARINO; SUPERBI, 2012, p. 5).

Continuando a descrição do processo de expansão regional, Genovez, Vilarino e Superbi (2012) destacam que o projeto para a instalação do sistema de abastecimento de água potável transcorreu-se no período de 1944 a 1946, tendo em vista que a água consumida pelos moradores, até àquela época, era retirada diretamente do rio Doce e, evidentemente, sem tratamento. Paralelamente a isso, e de forma complementar, iniciou-se outro projeto relacionado ao serviço de captação de esgotos domésticos e de instalações comerciais e

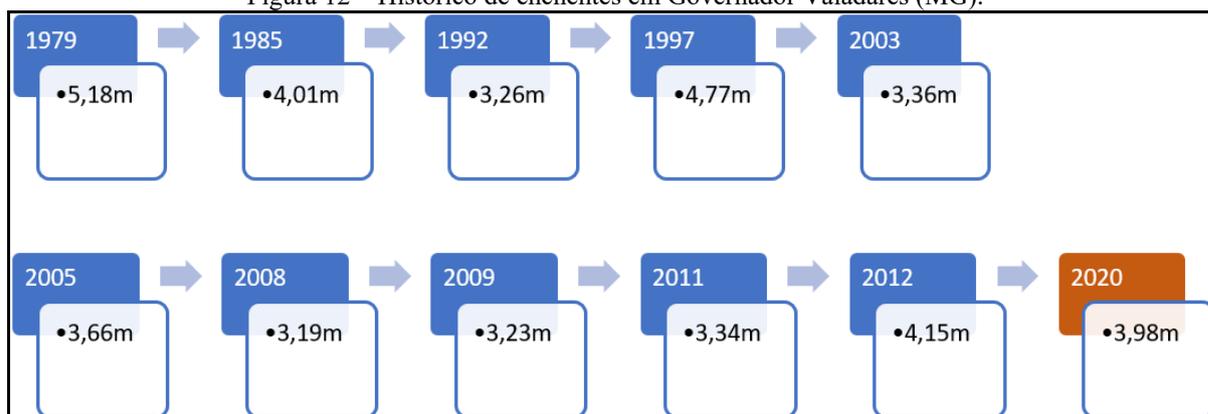
públicas. Os autores concluíram que os benefícios de implantação desses projetos em Governador Valadares foram modestos em virtude do acelerado crescimento demográfico vivido pelo município.

Por fim, Genovez, Vilarino e Superbi (2012) ressaltam que o processo de expansão do município de Governador Valadares

deve ser levado em consideração numa relação estreita com a intensificação dos eventos extremos, um componente a mais na equação desequilibrada entre os espaços construídos urbanos e o ajuste ao ambiente, especialmente nas áreas ribeirinhas. As conseqüências que colhemos atualmente com as enchentes do Rio Doce, em Governador Valadares, não são apenas resultado da diagnosticada mudança climática em curso no planeta; esta potencializou o déficit que acumulamos por anos de produção de um espaço urbano que não leva em conta fatores ambientais, históricos e culturais em seu processo de ocupação, construção, gestão e planejamento (GENOVEZ: VILARINO: SUPERBI, 2012, p. 11).

A população valadarense conhece bem esses eventos os quais são muito recorrentes. A cidade de Governador Valadares possui um histórico de inundações que ocorrem no período chuvoso, começando em outubro e terminando em março, sendo registradas mais frequentemente de dezembro a fevereiro. A Coordenadoria Municipal de Defesa Civil apresenta o histórico dessas inundações, transcrito a seguir (Figura 12), sendo consideradas como inundações decorrentes da atuação antrópica, que amplifica ou ameniza os impactos das cheias naturais⁴³ (GOVERNADOR VALADARES, 2017).

Figura 12 – Histórico de enchentes em Governador Valadares (MG).



Fonte: Produção da própria autora, com dados da Defesa Civil⁴⁴.

⁴³ Cheias que ocorrem independentemente da ação humana.

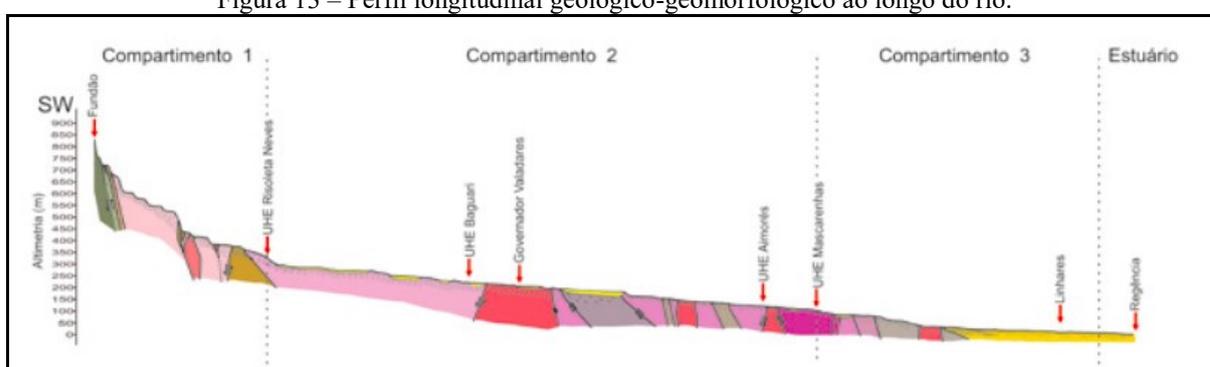
⁴⁴ O nível da água de um rio, também chamada de cota, é obtida por meio da leitura direta de uma régua, denominada régua linimétrica de alumínio, PVC ou fibra de vidro, graduada a cada 1 centímetro (cm) e numerada a cada 2 cm, instalada à margem do rio, seguindo sua seção transversal do rio.

Para a leitura das cotas são instaladas as réguas em série, em alinhamento perpendicular ao eixo do rio ou seja, acompanhando a seção transversal do rio.

A seção de réguas está disposta como uma escada: o fim de cada degrau corresponde ao início do outro, isto é, o fim de cada régua indica o ponto inicial da próxima régua linimétrica. Então, se cada régua tem 1m e se o rio

Entre todos esses episódios de inundação, chama atenção a enchente ocorrida no ano de 2020, que atingiu 3,98 m na régua do SAAE, embora a de 2012, sua antecedente, tenha chegado a 4,15 m, atingindo um nível mais alto em termos de inundação. Destacam-se duas características peculiares da enchente/2020: primeiramente, sugere-se a ocorrência de uma acentuação no assoreamento do rio Doce, em função da lama advinda do rompimento da barragem de Mariana (Figura 13) e, em segundo lugar, em vez de deixar rastros comuns de inundação, como em enchentes precedentes, sobressaía um conteúdo lamacento e visivelmente contaminado por minério de ferro, como pode ser observado na Figura 14.

Figura 13 – Perfil longitudinal geológico-geomorfológico ao longo do rio.



Fonte: MPP, 2020 - Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente. Diagnóstico de Danos: Resumo Executivo.

A Figura 13, mostra o perfil longitudinal geológico-geomorfológico ao longo do rio com a cidade de Governador Valadares localizada no Compartimento 2. De acordo com o diagnóstico da Lactec (BRASIL, 2020), os principais danos em um desnível topográfico de aproximadamente 200 m foram: significativa alteração na qualidade da água, associada a alta turbidez, aumento de sólidos em suspensão e baixa disponibilidade de oxigênio, consequentemente, expressiva mortalidade de peixes. Em muitas áreas de planícies e nas ilhas fluviais, houve deposição dos rejeitos, afetando afluentes e lagoas. Todo este material, transportado pelo rio após o desastre, chegou a foz do rio Doce e adentrou o oceano na forma de uma extensa pluma de sedimentos, alterando também as condições na costa e no ecossistema marinho. Diante desta contextualização da Lactec e considerando as evidências mostradas na Figura 14, acredita-se que o rompimento da barragem de Fundão agravou a

encontra-se na metade da segunda régua, teremos a medida de cota equivalente a 1m da primeira régua mais 0,50 m da segunda régua totalizando a medida equivalente a 1,50m de cota. Disponível em: <https://capacitacao.ead.une.br/dspace/bitstream/ana/122/1/_Apostila_Medindo_as_%C3%81guas_-_ANA.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

enchente de 2020, uma vez que houve “quebra de gradiente hidráulico⁴⁵, e conseqüentemente há deposição de sedimentos” (BRASIL, 2020, p. 74).

⁴⁵ Gradiente Hidráulico é o declive do lençol freático medido em ângulo ou em porcentagem entre dois pontos dados a localização e a altimetria desses pontos. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/index.html>>. Acesso em: 28 dez. 2021.

Figura 14 – Mosaico dos rastros da lama em diversas ruas inundadas pela enchente de 2020.



Fonte: Elaborado pela autora com fotos de Samuel Perpétuo, jornalista da Assessoria de Comunicação Organizacional da Univale.

Conforme definição de Tucci e Bertoni (2003),

as inundações são mais antigas que a existência do homem na terra. O homem sempre procurou se localizar perto dos rios para usá-los como transporte, obter água para seu consumo e mesmo dispor seus dejetos. As áreas próximas aos rios geralmente são planas e propícias para o assentamento humano o que também motivou a sua ocupação (TUCCI; BERTONI (2003, p. 46).

Espíndola e Nodari (2011) também entendem que, historicamente, a humanidade apropria-se acentuadamente do meio ambiente, sem se importar com os desdobramentos subsequentes. Caracterizam, ainda, a discrepante relação entre o homem e a natureza, devido a essa apropriação.

Desde as grandes obras operadas pelas civilizações de regadio, que alteraram o curso de rios, drenaram pântanos e atingiram significativamente a fauna e a flora das regiões onde se instalaram, passando pelo grande desmatamento com finalidades agrícolas, iniciado na Baixa Idade Média européia e transplantado para os demais continentes nos posteriores movimentos expansionistas da sociedade européia, até a

intensificação deste intervencionismo, decorrente da Revolução Industrial e de seu aprofundamento e difusão posteriores, esta apropriação vem caracterizando a contraditória relação Homem/Natureza (ESPINDOLA; NODARI, 2011, p. 1).

De acordo com o relatório final sobre a Definição da Planície de Inundação da Cidade de Governador Valadares (2004), elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil (2004, p. 4), “o rio Doce transporta uma grande quantidade de sedimentos, formando bancos de areia na cidade, onde é grande a extração desse material com utilização de dragas, o que pode resultar numa mudança das seções transversais do rio ao longo do tempo”.

Com o rompimento da barragem e o grande volume de rejeitos que seguiram o curso do rio Doce, uma parte considerável de sua calha⁴⁶ foi assoreada, o que pode aumentar os riscos de enchentes nos próximos anos e alterar o percurso de inundações, alcançando áreas antes não atingidas pelas águas. Ou seja, uma sucessão de impactos socioambientais de curto, médio e longo prazo ainda pode ser acarretada pelo rompimento da barragem de rejeitos⁴⁷ da Samarco.

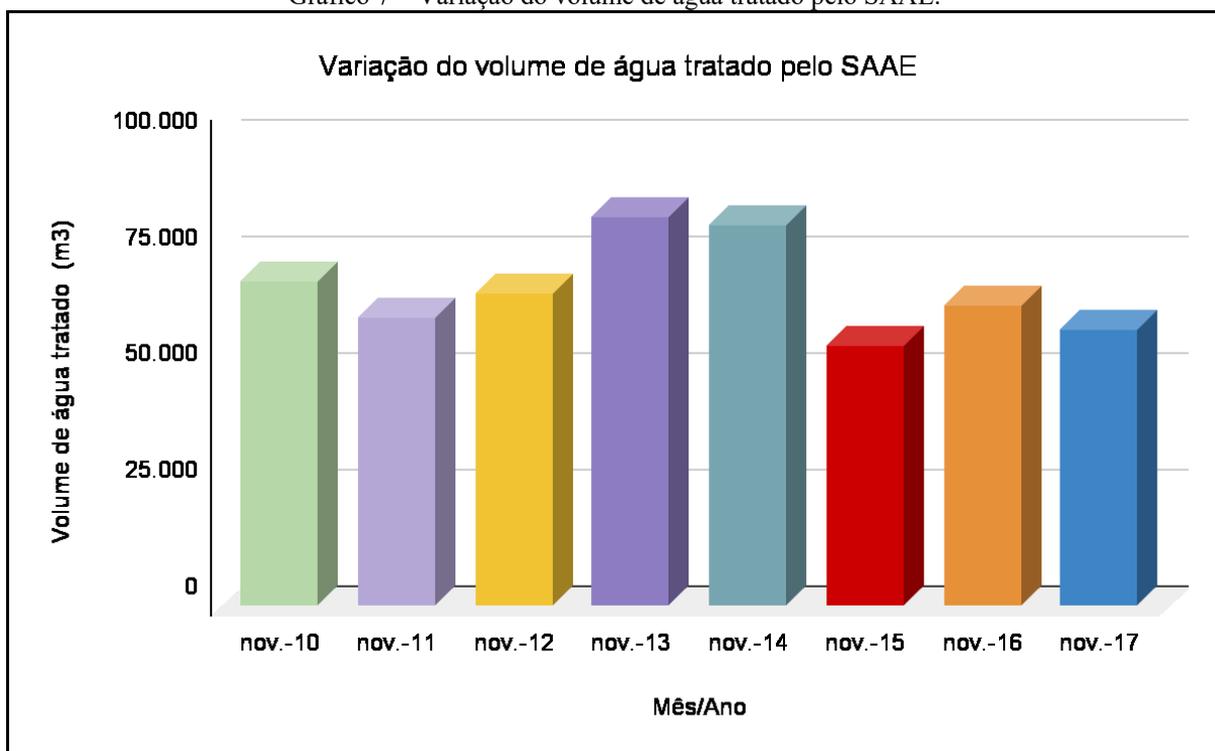
O Relatório Final do Plano Municipal de Saneamento Básico (2015) revela que os principais problemas operacionais levantados no Sistema Produtor da Estação de Tratamento de Água (ETA) Central decorrem da formação de bancos de areia na seção do rio Doce onde é feita a captação de água bruta. O Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) executa dragagem nas seções próximas onde ocorre a tomada de água – geralmente duas vezes ao ano –, normalmente antes e depois das chuvas. Todas as unidades de captação de água bruta estão na cota de enchente do rio Doce (GOVERNADOR VALADARES, 2015c).

O Gráfico 7 traz informações fornecidas pelo SAAE deste município que retratam a situação de Governador Valadares no que diz respeito ao volume da água para abastecimento. Pode-se perceber que houve uma redução do volume de água tratada em novembro de 2015, quando ocorreu o rompimento da barragem. Isso se justifica pela interrupção do serviço de abastecimento de água, devido à pluma de rejeitos que, momentaneamente, prejudicou a captação de água do rio Doce.

⁴⁶ O leito do aquático ou calha é o espaço que pode ser ocupado por um curso d'água, sendo possível distinguir o leito aparente, o leito maior ou o leito de inundação, e o leito maior.

⁴⁷ Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada, conforme a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, art. 3º, inciso XV.

Gráfico 7 – Variação do volume de água tratado pelo SAAE.



Fonte: Produção da própria autora, com dados fornecidos pelo SAAE.

A desconfiança quanto à qualidade da água para consumo humano e o seu padrão de potabilidade, a insegurança em relação aos riscos associados à ingestão de contaminantes (metais pesados/tóxicos) e a incerteza sobre os efeitos da água contaminada do rio Doce na produção vegetal e animal mudaram os hábitos de consumo de água e alimentos no município. O debate em torno da toxicidade da lama permaneceu por meses após a tragédia, dada a incerteza sobre a contaminação da água e das terras. A desconfiança foi gerada e alimentada por notícias publicadas em importantes veículos de comunicação, como os jornais Estado de Minas⁴⁸, Hoje em Dia⁴⁹, Memória Globo⁵⁰ e Agência Nacional de Notícias⁵¹.

Mansur *et al.* (2015) em PoEMAS (2015, p. 10) apontam que diferentes estudos já apresentavam evidências da presença de metais pesados no rio e complementam:

⁴⁸ Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/02/05/interna_gerais,731701/moradores-de-governador-valadares-ainda-desconfiam-da-qualidade-da-agu.shtml>; <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/10/18/interna_gerais,998093/moradores-de-valadares-ainda-se-recusam-a-usar-agua-do-rio-doce.shtml>. Acesso em: 25 jul. 2019.

⁴⁹ Disponível em: <<https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/tragedia-em-mariana-provocou-preju%C3%ADzo-de-r-153-milhoes-em-valadares-1.354396>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

⁵⁰ Disponível em: <<http://memoriaglobo.globo.com/programas/jornalismo/coberturas/tragedia-em-mariana-mg/tragedia-em-mariana-mg-um-mes-depois-muitas-incertezas.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

⁵¹ Disponível em: <<https://agenciasn.com.br/arquivos/5094>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

tanto na água quanto nos sedimentos (estes misturados à água, depositados nas margens e planícies de inundação ou ainda no fundo do leito). Estudos anteriores já mostravam a contaminação do rio por metais, decorrente do beneficiamento mineral em Mariana. A presença desses materiais exigirá esforços consideráveis na recuperação ambiental e colocam em risco a saúde das pessoas no longo prazo, com a possibilidade de um aumento considerável de doenças crônicas (PoEMAS, 2015, p. 10).

É possível constatar, pelos dados do Gráfico 8, que a turbidez⁵² da água aumentou extraordinariamente, ou seja, de 98 UNT⁵³, em 2014, para 649 UNT, em 2015, ambas no mês de novembro. Cabe ressaltar que, segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)⁵⁴, nº 357, de 17 de março de 2005, uma das condições para a qualidade da água Classe 2⁵⁵ é a turbidez até 100 UNT.

Foi exposto no Relatório Final do Plano Municipal de Saneamento Básico (2015) que, a partir de 2011, o SAAE realizou análises da água bruta captada no rio Doce com a frequência mínima de uma vez ao ano (GOVERNADOR VALADARES, 2015c). Nessas análises, foram avaliados os principais parâmetros estabelecidos na Resolução do CONAMA nº 357/05 para os rios de classe 2, a saber: Coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), DBO, turbidez, cor verdadeira, Ph (25oC), sólidos dissolvidos totais, Fósforo total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal. Os valores *Escherichia coli*, turbidez e cor verdadeira apresentaram-se superiores aos valores máximos permitidos para cursos d'água de classe 2. Chama a atenção o descumprimento do monitoramento conforme exigido pela Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde em seu Art. 31 que determina: “os sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água que utilizam mananciais superficiais devem realizar monitoramento mensal de **Escherichia coli** no(s) ponto(s) de captação de água” (BRASIL, 2011).

Destaca-se ainda que não há decreto enquadrando as águas do rio Doce, mas o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce propõe que ele seja classificado como

⁵² A Organização Internacional para Padronização (ISO, no acrônimo em inglês) define turbidez como “a redução da transparência de um líquido, causada pela presença de matéria não dissolvida” (ISO, 1999).

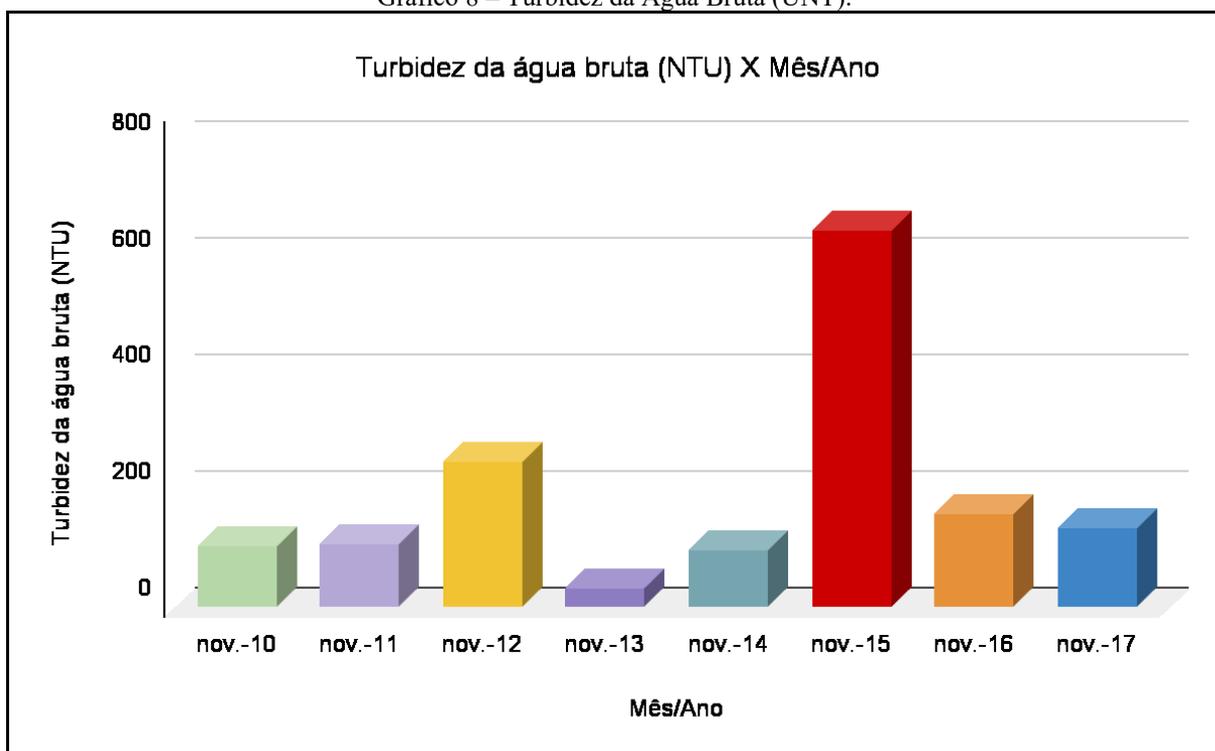
⁵³ UNT (Unidade nefelométrica de turbidez) é a unidade de medida de turbidez da água. De acordo com pesquisadores da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), em seu Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham com ETAS (2015), “a turbidez é um dos parâmetros de qualidade para avaliação das características físicas da água bruta e da água tratada”.

⁵⁴ A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, dando outras providências.

⁵⁵ Águas doces Classe 2: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

classe 2, uma vez que suas águas são destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e frutíferas e à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

Gráfico 8 – Turbidez da Água Bruta (UNT).



Fonte: Produção da própria autora, com dados fornecidos pelo SAAE.

Essa alta turbidez apresentada em novembro de 2015 é justificável, também, pelo enorme volume de rejeitos que escoaram pela bacia do rio Doce que se assentaram nos canais do rio e levaram os particulados⁵⁶ a permanecerem em suspensão. Além disso, os resíduos reduziram o índice de oxigênio na água, causando a morte de peixes e deixando a água do rio imprópria para o consumo de animais selvagens. Ademais, o lançamento de esgoto sem tratamento no rio contribui para elevar a sua turbidez, dificultando a vida aquática.

Conforme informações do Encarte Especial sobre a qualidade da água no rio Doce, IGAM (2018), a turbidez ainda era alta no primeiro ano depois do desastre, apresentando valores acima de 100 UNT em pelo menos 50% dos dados em 2016.

⁵⁶ Particulados - conjunto de partículas sólidas ou líquidas dispersas na atmosfera, resultante de emissões de fontes naturais (atividade vulcânica, tempestades de areia, etc.) ou antropogênicas (atividade industrial, tráfego rodoviário, etc.). Disponível em: <<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/particulado>>. Acesso em: 28 dez. 2021.

Ao avaliar os resultados no ano de 2016 (jan/16 a dez/16), primeiro ano após o rompimento, observa-se uma piora expressiva (50% dos resultados estiveram acima de 137 NTU), indicando violação em mais de 50% dos resultados. Dos 143 resultados de turbidez obtidos no ano de 2016, 76 estiveram acima do limite de classe, sendo que 48 registraram violação no período chuvoso e 28 na estação seca (IGAM, 2018, p. 7).

Diante da realidade impactante, quanto ao comprometimento do consumo da água, o município de Governador Valadares, que apresenta a maior população às margens do rio Doce, teve seu abastecimento de água interrompido devido aos altíssimos níveis de turbidez observados, por ocasião do rompimento da barragem. Por efeito disso, foram adotadas medidas mitigadoras para resolver a questão do abastecimento de água do município. Empregou-se soluções alternativas para o tratamento da água, destacando-se o uso do polímero de Tanfloc, que, apesar de proporcionar alta eficiência para remoção de turbidez, não foi suficiente para adequar esse parâmetro à Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Além dessa providência, foi feita a lavagem das unidades da estação de tratamento, buscando melhorar a sua eficiência.

O abastecimento da ETA – Central foi restabelecido, após o acidente, no início da tarde de 16/11/2015, tendo em vista que o laudo apresentado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA - atestou que a água tratada pelo SAAE estava em conformidade com os padrões de potabilidade e isenta de metais tóxicos. Mesmo com o restabelecimento do abastecimento do município, havia indícios de que os níveis de alumínio e manganês se mantiveram acima do estabelecido pelo padrão de potabilidade, mantendo a insegurança da população quanto ao uso dessa água. Diante disso, foi solicitada, na época, pela Promotoria de Justiça da Comarca de Governador Valadares, uma perícia complementar, em caráter de urgência, para tranquilizar a população e certificar que a água distribuída no município de Governador Valadares estava adequada ao consumo humano. Dessa forma, foram realizadas no dia 20/11/2015, sob a supervisão da analista da Central de Apoio Técnico do Ministério Público (CEAT-MA), coletas adicionais pelo laboratório contratado pelo Ministério Público, Visão Ambiental Ltda, cujos resultados das análises constam no Laudo IDCEAT N° 25985024, datado de 02/12/2015. Com base nos resultados, a água distribuída pelo SAAE no município de Governador Valadares estava isenta de contaminantes prejudiciais à saúde humana, tais como bactérias (coliformes totais e *Escherichia coli*) e metais tóxicos (arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e selênio). Entretanto, não atendia aos padrões de potabilidade, tendo em vista que os parâmetros organolépticos, alumínio,

manganês, turbidez e cor aparente, responsáveis pelas alterações do aspecto e sabor da água, apresentam concentrações superiores aos limites estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde MS 2.914/2011 (MINAS GERAIS, 2016).

Isso vem ao encontro dos estudos de Hatje *et al.* (2017) os quais ressaltam que, embora a composição da suspensão de rejeitos seja principalmente de Ferro (Fe) e Silício (Si), testes de toxicidade revelaram a presença na lama e no solo potencial de citotoxicidade⁵⁷ e dano ao DNA; e os níveis de Ferro (Fe), Arsênio (As), Mercúrio (Hg), Manganês (Mn) e outros elementos, quando comparados a ferramentas de triagem para avaliações ambientais, excederam os valores recomendados.

Outros estudos legitimam a contaminação do rio Doce por metais pesados. O relatório final do estudo da Ambios Engenharia e Processos Ltda, *Avaliação de risco à saúde humana em localidades atingidas pelo rompimento da barragem de Fundão - MG*, indicou que os metais de ferro e manganês presentes na água foram determinados como contaminantes de interesse por apresentarem concentrações acima dos valores de referência, e níquel e cádmio nas amostras de sedimentos também superaram os valores de referência utilizados (AMBIOS, 2019, p. 212 -230).

O Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - Institutos Lactec, que está atuando junto ao Ministério Público Federal de Minas Gerais na posição de assessor técnico no tocante ao rompimento da barragem de Fundão em Mariana – MG, indicou que o ferro e o manganês apresentaram desconformidades frequentes na água em relação aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005, e também registrou para os metais níquel e cádmio (BRASIL, 2019b, p. viii, 17-18).

Mundialmente, a turbidez da água filtrada consubstancia-se paulatinamente como “um dos principais parâmetros na avaliação do desempenho das estações de tratamento”, perpassando o fator estético correlacionado, a ser visto como padrão de potabilidade, afirma Libânio (2010, p. 32). O mesmo autor acrescenta que, cientificamente, águas com pequena turbidez indicam maior eficiência da profilaxia, sem relação com o desinfetante adotado, uma vez que os micro-organismos são protegidos pelas partículas suspensas na massa líquida. Relata, ainda, sobre a capacidade das partículas suspensas de “adsorver⁵⁸ substâncias tóxicas,

⁵⁷ Citotoxicidade é a capacidade intrínseca de um material em promover alteração metabólica nas células em cultura, podendo culminar ou não em morte celular. Disponível em: <<http://bcrlj.org.br/servico/testes-de-citotoxicidade>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

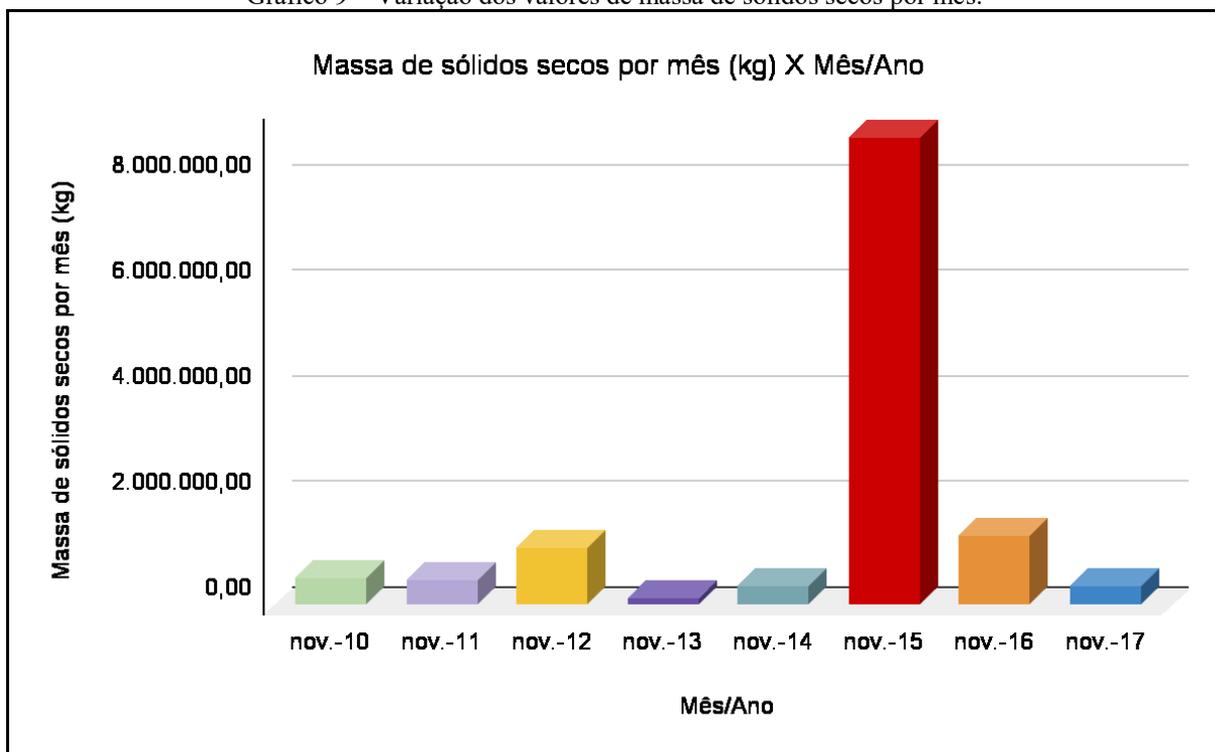
⁵⁸ Adsorção é um fenômeno físico-químico em que um componente em uma fase gasosa ou líquida é transferido para a superfície de uma fase sólida. Disponível em: <https://maxwell.vrac.puc-rio.br/14605/14605_5.PDF>. Acesso em: 14 jun. 2019.

tais como agrotóxicos organoclorados⁵⁹ e outros compostos orgânicos, e sua remoção reduziria de roldão a concentração destes compostos”.

O Gráfico 9, elaborado a partir dos dados fornecidos pelo SAAE, apresenta a variação dos valores de massa de sólidos secos por mês. Em geral, assume-se que os sólidos gerados pelo tratamento da água possuem dois componentes: o primeiro é constituído pela fração dos sólidos da água bruta a qual é removida no tratamento e é quantificada pela concentração de sólidos em suspensão total (SST). Esses sólidos são considerados não reativos e preservam sua massa durante a remoção. O segundo componente advém dos produtos adicionados à água bruta como parte do tratamento, que se precipitam, são adsorvidos ou são insolúveis, e, portanto, saem da solução: coagulantes à base de sais metálicos, polímeros, carvão ativado em pó, a cal e o carbonato de sódio, por exemplo, conforme o tipo de tratamento utilizado.

Sendo assim, os dados revelam o aumento exorbitante da massa de sólidos secos no ano do rompimento da barragem, o que levou ao comprometimento do abastecimento de água no município de Governador Valadares.

Gráfico 9 – Variação dos valores de massa de sólidos secos por mês.



Fonte: Produção da própria autora, com dados fornecidos pelo SAAE.

⁵⁹ Os organoclorados foram os primeiros praguicidas sintetizados, datados de 1874. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/intoxicacao%20por%20organoclorado.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

De acordo com o engenheiro civil Nelson Guimarães, da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), em Libânio (2010, p. 303), as características e quantidade dos resíduos gerados (sólidos secos) são literalmente determinadas por elementos variados, tais como: “as características da água bruta, o tipo e a dosagem de produtos químicos, o mecanismo de coagulação praticado, a eficiência da coagulação/floculação⁶⁰, e finalmente, o tipo dos decantadores⁶¹, aliados ao modo de operação e ao descarte do lodo”.

Ainda hoje, os efeitos do desastre permanecem em curso e os seus desdobramentos são completamente incertos. Um desses efeitos diz respeito ao gerenciamento do lodo da ETA do município de Governador Valadares, que se acredita ainda estar contaminado pelos rejeitos da mineração. Ademais, cabe destacar a inexistência de um sistema de tratamento do lodo gerado nas unidades do processo de tratamento. Conforme consta no relatório do Plano Municipal de Saneamento Básico (2015), todo lodo é descartado no córrego Figueirinha o qual é canalizado e passa dentro da área da ETA Central. Os esgotos também são lançados sem tratamento em cursos d’água do município ou diretamente no rio Doce (GOVERNADOR VALADARES, 2015c).

A Lei nº 12.305/10 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos⁶² (PNRS) e constitui-se de relevantes dispositivos para enfrentar os principais problemas ambientais, sociais e econômicos resultantes da disposição inadequada dos resíduos sólidos. Em seu art. 3º, inciso VII, a destinação final ambientalmente adequada é definida como:

destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010a).

⁶⁰ Etapa do tratamento de água onde são formados “flocos” com as substâncias dispersas e um reagente floculante, melhorando os índices de turbidez, cor e sabor. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/Aula-4-Qu%C3%ADmica-das-Aguas_Parte-3_1S2015.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

⁶¹ Decantação é um processo de separação física das partículas em suspensão, clarificando a água e reduzindo em grande porcentagem as impurezas. As partículas decantadas, mais pesadas que a água, ficam depositadas no fundo do decantador. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/Aula-4-Qu%C3%ADmica-das-Aguas_Parte-3_1S2015.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

⁶² Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; conforme a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, em seu art. 3º, inciso XVI.

Também nesse artigo, inciso VIII, define-se a disposição final ambientalmente adequada, qual seja, a “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”.

Diante disso, é indiscutível que o Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE vem descumprindo essa lei ao destinar o lodo da ETA para a sua principal fonte de captação de água, o rio Doce. De acordo com o art. 9º da Lei nº 12.305/10, uma das prioridades na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos é a “disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”; e a gestão integrada dos resíduos sólidos é delegada ao gerador (art. 10), que, nesse caso, é a gestão municipal. Portanto, ao infringir a lei, violam-se também os objetivos (art 7º) da Política Nacional de Resíduos Sólidos, tais como: “proteção da saúde pública e da qualidade ambiental” (inciso I) e “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (inciso II).

Considerando que a Política Nacional de Resíduos Sólidos contempla um conjunto de diretrizes para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos, esta pesquisa, que propõe uma tecnologia social como solução para minimizar o impacto ambiental causado pelo destino inadequado do lodo ETA do município de Governador Valadares, bem como contribuir com a acessibilidade de pessoas com deficiência física no *campus* da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE), colaborará sobremaneira com os objetivos da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, e com a Lei de Acessibilidade nº 10.098, de dezembro de 2000.

4.3 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

A partir de um estudo preliminar de acessibilidade do *campus* da UNIVALE, propõe-se nesta tese uma intervenção-piloto para melhorar a acessibilidade ao prédio da sala das coordenações de curso, Edifício 1 (E1), conectando-o ao estacionamento, que, atualmente, não atende às leis e normas de acessibilidade (Figura 15). Nessa proposta, as obras englobarão, também, serviços como os de execução e adaptação de calçadas, com a construção de rampas e de pisos antiderrapantes, para facilitar a locomoção de pessoas que precisam usar cadeiras de rodas e com deficiência visual.

Figura 15 – Local selecionado para realizar a intervenção-piloto.

A) Estacionamento, calçada de acesso e fachada posterior do Edifício E1, B) Estacionamento do Edifício E1 e sua fachada posterior, C) Fachada posterior do Edifício E1, D) Estacionamento para Pessoas com Deficiência e rampas de acesso ao Edifício E1 e F16.



Fonte: Fotos de Camila Fernandes, jornalista da Assessoria de Comunicação Organizacional (ASCORG) da UNIVALE (2019).

A Lei Federal nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida e dá outras providências. Para que a intervenção proposta atinja o objetivo de promover acessibilidade a essas pessoas, é necessário observar o seu art. 11: “a construção, ampliação ou reforma de edifícios públicos ou privados destinados ao uso coletivo que deverão ser executadas de modo que sejam ou se tornem acessíveis às pessoas portadoras de deficiência ou mobilidade reduzida” (BRASIL, 2000).

Para atender a este artigo, a intervenção proposta deverá observar também os requisitos de acessibilidade do inciso I, que estabelece:

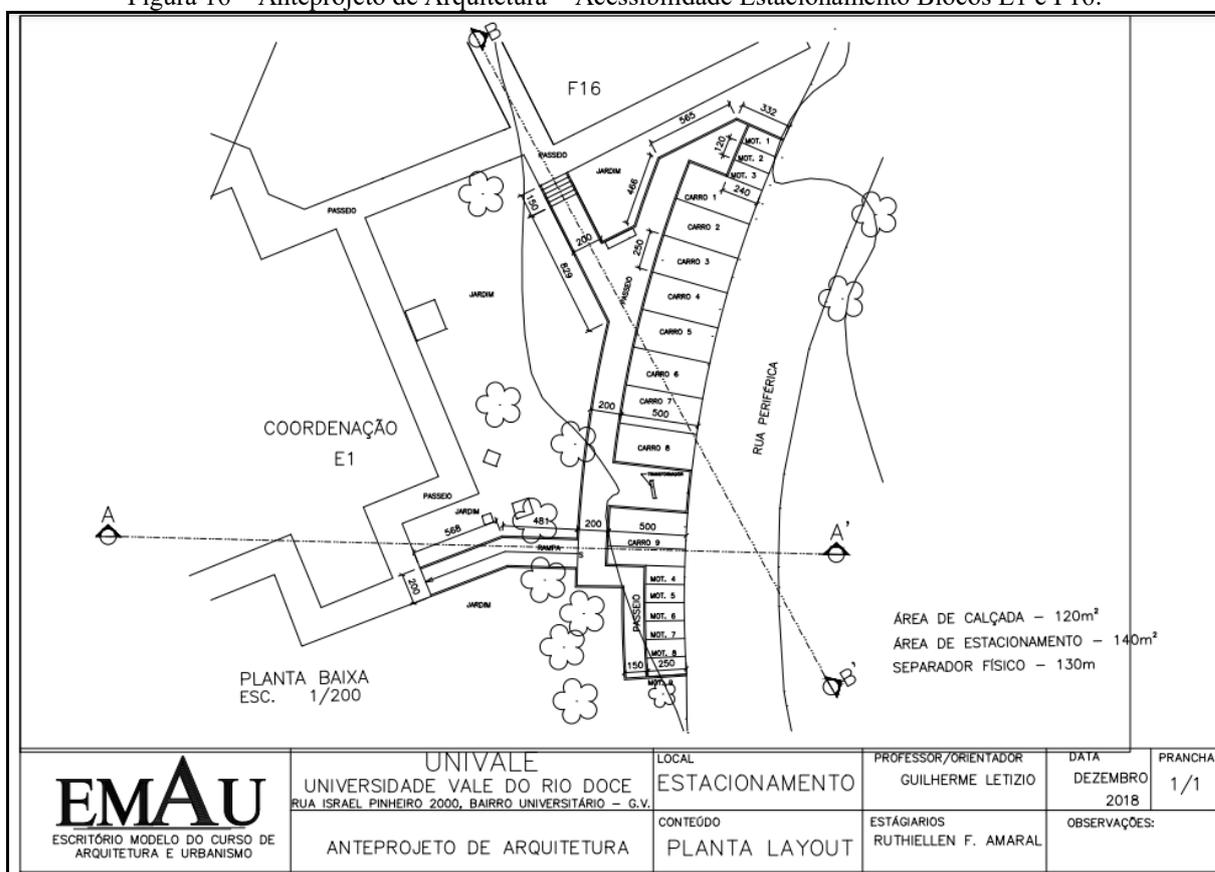
nas áreas externas ou internas da edificação, destinadas a garagem e a estacionamento de uso público, deverão ser reservadas vagas próximas dos acessos de circulação de pedestres, devidamente sinalizadas, para veículos que transportem pessoas portadoras de deficiência com dificuldade de locomoção permanente (BRASIL, 2000).

Deve ser considerada, ainda, a determinação do inciso II: “pelo menos um dos acessos ao interior da edificação deverá estar livre de barreiras arquitetônicas e de obstáculos que impeçam ou dificultem a acessibilidade de pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida” (BRASIL, 2000).

Sobretudo, deve-se destacar que a originalidade desta intervenção está no uso do lodo da Estação de Tratamento de Água (ETA) do município de Governador Valadares, em seu estado bruto, com suas características peculiares, como material de construção e nos aspectos de sustentabilidade também envolvidos nessa forma de produção. Atualmente, o destino desse lodo é uma preocupação constante para os órgãos responsáveis, uma vez que esse retorna para o rio Doce, única fonte de abastecimento de água do município, e que, como já mencionado recebeu um enorme volume de rejeitos de mineração após o rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana, no ano de 2015.

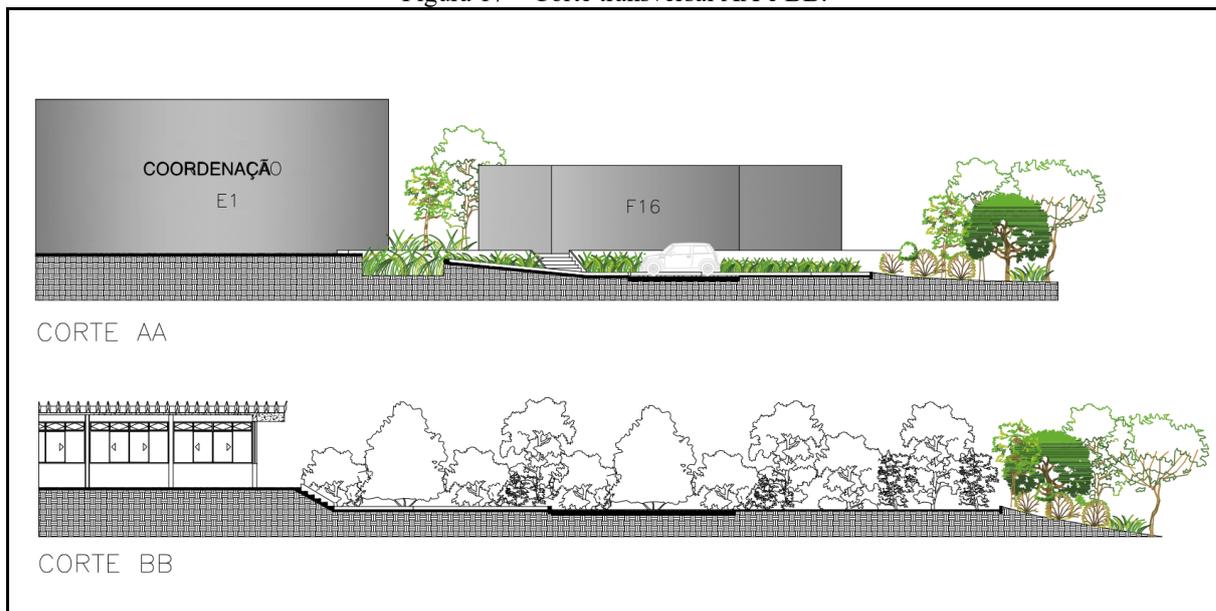
Com o uso desse resíduo, almeja-se construir a área de calçada e estacionamento do Edifício E1 e F16, da UNIVALE, conforme estudo apresentado nas Figuras 16, 17, 18. A Figura 16 mostra a planta layout do anteprojeto, a Figura 17 apresenta os cortes transversais AA e BB e a Figura 18 ilustra esta área em modelo tridimensional (3D).

Figura 16 – Anteprojeto de Arquitetura – Acessibilidade Estacionamento Blocos E1 e F16.



Fonte: Elaborado pelo Escritório Modelo do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIVALE (2019).

Figura 17 – Corte transversal AA e BB.



Fonte: Elaborado por Poliana Luiza de Souza Andrade, estagiária do Escritório Modelo do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIVALE (2021).

Figura 18 – Modelo Tridimensional (3D) do Estacionamento e Calçada Blocos E1 e F16.



Fonte: Elaborado por Gabrielle de Souza Onofre, estagiária do Escritório Modelo do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIVALE (2021).

Para avaliar a exequibilidade da obra sem danos ao meio ambiente, foi necessário analisar a viabilidade técnica e ambiental desse lodo, incorporado ao material utilizado para a confecção de sub-base para pavimentação. Portanto, foram avaliadas as suas características físicas, químicas e ambientais. Diante do contexto de distanciamento social provocado pela Pandemia da COVID-19, cabe ressaltar que houve atrasos na análise da viabilidade técnica e

ambiental do lodo, por depender dos ensaios laboratoriais que seriam realizados na Univale e em terceirizados.

4.3.1 Lodo da ETA

Segundo a NBR 10.004/2004, o lodo gerado nas estações de tratamento de água é considerado resíduo sólido, portanto, deve seguir os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos -Lei nº 12.305 de 2010 - e não deve ser lançado na rede pública de esgotos ou corpos de água sem tratamento prévio (ANBT, 2004a; BRASIL, 2010a).

De acordo com essa lei, em seu Artigo 20, Inciso I, os geradores de resíduos sólidos estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos e ressalta no §1º do Artigo 27 que a contratação de serviços de destinação final não os isenta da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos (BRASIL, 2010a).

Diante dessa preocupação com a disposição do lodo de Estações de Tratamento de Água, este estudo direcionou-se para avaliar a utilização e/ou reaproveitamento (reuso) desse resíduo em obras de engenharia, especificamente em sub-base de pavimentação. Com isso, buscou-se estudar o comportamento do lodo proveniente da ETA de Governador Valadares quando misturado com três tipos de solos e saibro. Realizou-se a caracterização física, química e ambiental dos materiais e do lodo, bem como o comportamento mecânico das misturas dos materiais com o lodo, por meio de ensaios de compactação, limites de *Atterberg* e *Índice de Suporte Califórnia* (ISC), também conhecido por *California Bearing Ratio* (CBR). A escolha da solução mais adequada à intervenção proposta foi condicionada pela caracterização e análise do comportamento mecânico dos materiais e misturas, e condição ambiental considerando os ensaios de lixiviação e solubilização.

4.3.2 Pavimentos

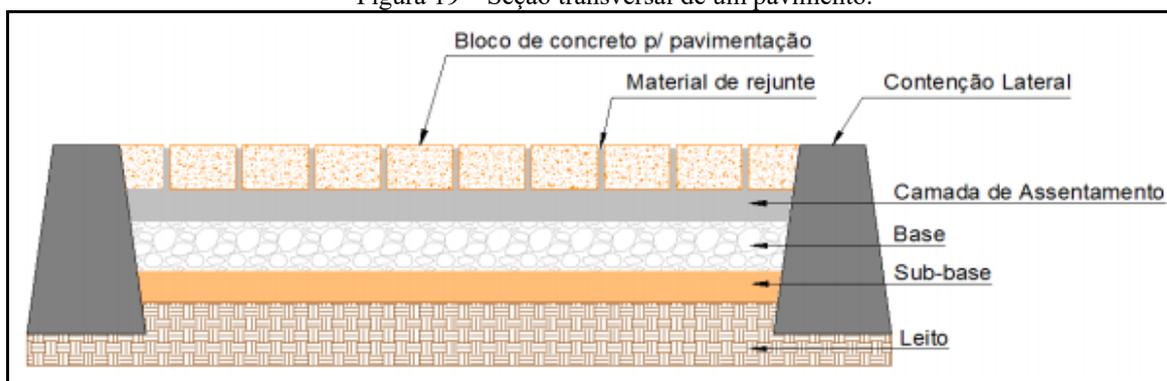
A norma brasileira de pavimentação, NBR 7207/82 - ABNT, define pavimento como uma estrutura construída após a terraplenagem, destinada economicamente e tecnicamente para as seguintes finalidades: resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego, melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança, resistir aos esforços horizontais que nele atuam tornando mais durável a superfície de rolamento.

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), por injunções de ordem técnico-econômicas, o pavimento é

uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocadas em contato resultando daí um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego (BRASIL, 2006, p. 95).

Em outras palavras, pavimento é uma estrutura formada por várias camadas sobrepostas, assentadas sobre uma fundação chamada subleito: a sub-base, a base e o revestimento, como podem ser vistas na Figura 19. Essas camadas, normalmente, são de materiais naturais e requerem uma grande quantidade desses insumos para a sua construção. Com isso, é frequente o uso de materiais alternativos na engenharia que permite a utilização daqueles que não tenham destinação adequada e possuem características compatíveis, como por exemplo, o lodo de ETA, e conseqüentemente reduzir os custos.

Figura 19 – Seção transversal de um pavimento.



Fonte: Cadernos Técnicos de Composições para Pavimento Intertravado (SINAPI, 2017).

Na opinião de COSTA (2011), uma destinação onde se aproveitam as características do lodo de ETA é a sua incorporação ao material utilizado para a confecção de sub-base para pavimentação. Portanto, o lodo de ETA pode ser utilizado para estabilizar ou melhorar o solo da camada de sub-base em pavimentos.

A sub-base é a camada corretiva do leito, ou a camada complementar à base, quando não for aconselhável construir o pavimento diretamente sobre o leito obtido pela terraplenagem. No entanto, o pavimento simplesmente não pode ser um depósito para o rejeito; o rejeito deve atender às necessidades estruturais do pavimento de tal forma que não se veja comprometido o desempenho esperado da rodovia (UBALDO *et al.*, 2010).

Para um melhor dimensionamento das camadas de um pavimento, é de extrema importância conhecer perfeitamente as propriedades dos materiais a serem utilizados,

resistência à ruptura, deformabilidade e permeabilidade, assim como a repetição de cargas e os possíveis efeitos do clima (SENÇO, 1997).

Considerando que as características e propriedades dos materiais afetam o comportamento das misturas, e a seleção dos materiais para sua produção não é simples – em virtude das variações nas composições e propriedades dos agregados, do rejeito de mineração e do lodo da ETA –, serão apresentadas as características dos materiais deste estudo, bem como a dosagem e a metodologia dos ensaios de avaliação do seu comportamento.

Para compreender o potencial inovador dessa proposta em termos de eficácia, possibilidade de multiplicação para solução de problemas que afetam a maioria dos seres humanos, como os tocantes à água e à saúde, ao mesmo tempo que promove a inclusão social da pessoa com deficiência física e protege o meio ambiente, primeiramente, será apresentado o conceito de Tecnologia Social, a sua evolução histórica, como também as suas características.

4.4 TECNOLOGIA SOCIAL

O uso do termo tecnologia social, embora seja recente, tem sua origem histórica na herança baseada na tecnologia intermediária e na tecnologia apropriada, das quais abstraiu a ideia de soluções tecnológicas que atendessem às necessidades da população marginalizada. Pessoas essas que, embora sejam as que mais precisam, muitas das vezes não são levadas em conta pela modernidade tecnológica a qual atende basicamente a perspectiva de mercado (ITS, 2004; ITS, 2007; SCHWAB; FREITAS, 2016).

O conceito de Tecnologia Intermediária (TI), lançado por Schumacher, foi inspirado em trabalhos de Gandhi na Índia em 1963. A TI caracteriza-se por baixo custo de capital, baixa complexidade e pequena escala, sendo, portanto, mais adequada a países pobres. Pode ser vista também, como uma tecnologia que se posiciona entre a tradicional e a moderna (SCHWAB; FREITAS, 2016, p. 44).

Com a expansão do conceito de tecnologia intermediária por muitos países pobres, várias outras nomenclaturas surgiram para expressar o significado deste tipo de tecnologia. A que melhor absorveu os ideais da TI foi a Tecnologia Apropriada (TA). Tecnologia essa que busca atender as pessoas mais necessitadas e que em geral ficam à margem da evolução tecnológica (ITS, 2007; DAGNINO, 2014).

Muitos foram os ganhos sociais com a TA, o que inspirou, em grande parte, ações relacionadas a Tecnologia Social (TS). Uma diferença substancial da TA para TS é que na

primeira criava-se soluções para demandas pensadas sem que houvesse participação, de quem se beneficiaria com a tecnologia. Na TA criava-se tecnologia pensando nas necessidades das pessoas. Na TS, ao contrário, as pessoas explicitam suas necessidades para que se crie tecnologias (ITS, 2007; DAGNINO, 2014).

De acordo com o Instituto de Tecnologia Social (ITS) em seu Caderno de Debate: Tecnologia Social no Brasil (ITS, 2004, p. 26), a definição de TS é: “conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida”.

4.4.1 Evolução histórica

A partir da década de 1960, com a necessidade de combater a pobreza em países subdesenvolvidos, as tecnologias sociais com suas diversas denominações começaram a ser difundidas. Na década de 1980, chegou ao Brasil o conceito de Tecnologia Social, vista como uma evolução das tecnologias apropriadas.

Em 1981, a Tecnologia Apropriada é incluída oficialmente nos programas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sendo instituído em 1983 o Programa de Transferência de Tecnologia Apropriada (PTTA) junto ao CNPq.

No ano de 1991, na busca de conhecer as limitações do progresso tecnológico, procurou-se estabelecer metas para a área de ciência e tecnologia. Neste sentido, nasce no Congresso Nacional a Comissão Parlamentar Mista de Inquérito (CPMI) intitulada “Causas e Dimensões do Atraso Tecnológico”. Em consonância com a Constituição Federal de 1988, dita Constituição Cidadã, a CPMI destacou a necessidade de participação da sociedade nos debates. Como resultado, escolheu-se áreas e instrumentos da ciência e tecnologia voltadas para as necessidades da parcela de pessoas brasileiras relegadas à exclusão, pela falta de oportunidade de trabalho e de condições dignas de vida.

Em 2001, nasce o Instituto de Tecnologia Social (ITS) cujo principal objetivo seria buscar tecnologias para atender as necessidades da população mais pobre, gerando conhecimento através de instituições de pesquisa, universidades, ONGs ou movimentos populares. A I Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia ocorreu em Brasília, no mesmo ano, com o tema principal: “Papel e Inserção do Terceiro Setor na Construção e Desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação”.

Em 2003, nasce o projeto Centro Brasileiro de Referência em Tecnologia Social (CBRTS), dando início às suas atividades em maio de 2004 e tendo, como principal objetivo, encontrar uma nova forma de intervenção social capaz de superar as limitações das tecnologias anteriores (TI e TA), referendando o termo Tecnologia Social.

O projeto CBRTS também buscou fomentar a criação da Rede de Tecnologia Social com o objetivo de organizar, articular e integrar diversas instituições com intuito de disseminar a TS. Estas redes buscavam a adoção dessa tecnologia nas políticas públicas, mas também estimulavam sua implantação nas comunidades carentes.

4.4.2 Características da Tecnologia Social

As características da Tecnologia Social constituem-se em quatro dimensões interligadas consecutivas e não aleatórias. Começa-se pela concepção de tecnologia com a dimensão do conhecimento, ciência, tecnologia e inovação. Com a participação cidadã e democrática, dá-se a segunda dimensão. Daí, evoluindo para a educação, resultando na dimensão da relevância social (ITS, 2007).

A concepção destas características está no principal objetivo da TS, ou seja, a inclusão social por meio da democratização da informação e da busca das soluções tecnológicas para mitigar os problemas desta população. Outro reflexo da característica da TS é o desenvolvimento sustentável, em que a busca do desenvolvimento não implica em crescimento desordenado, mas sim no intuito de melhorar as condições de vida das pessoas em seu ambiente (ITS, 2007; BAVA, 2004).

A TS, portanto, deve ser reconhecida como um direito humano, fundamental para a sobrevivência e melhor qualidade de vida das pessoas excluídas. A TS está vinculada de forma clara ao direito à vida com saúde e segurança alimentar (BAVA, 2004). É Fundamental, portanto, que políticas e ações práticas sejam implementadas para que a Tecnologia Social chegue verdadeira e efetivamente às pessoas, impactando na sua qualidade de vida.

O desenvolvimento social de uma cidade, região ou país requer o resgate social, mediante intervenções tangíveis e investimentos, para lograr o equilíbrio entre crescimento econômico, direito social e proteção dos recursos naturais e do meio ambiente.

De acordo com Duque e Valadão (2017, p. 1), “cada vez mais as Tecnologias Sociais (TS) têm sido consideradas estratégicas para o desenvolvimento social no Brasil”. Os autores destacam duas concepções sobre as tecnologias sociais: quanto à primeira, referem-se a elas

como “práticas que proporcionam transformações sociais em uma comunidade a partir da ação da própria comunidade”; quanto à segunda, referem-se a elas “como artefatos geradores de mudanças sociais” (DUQUE; VALADÃO, 2017, p. 1).

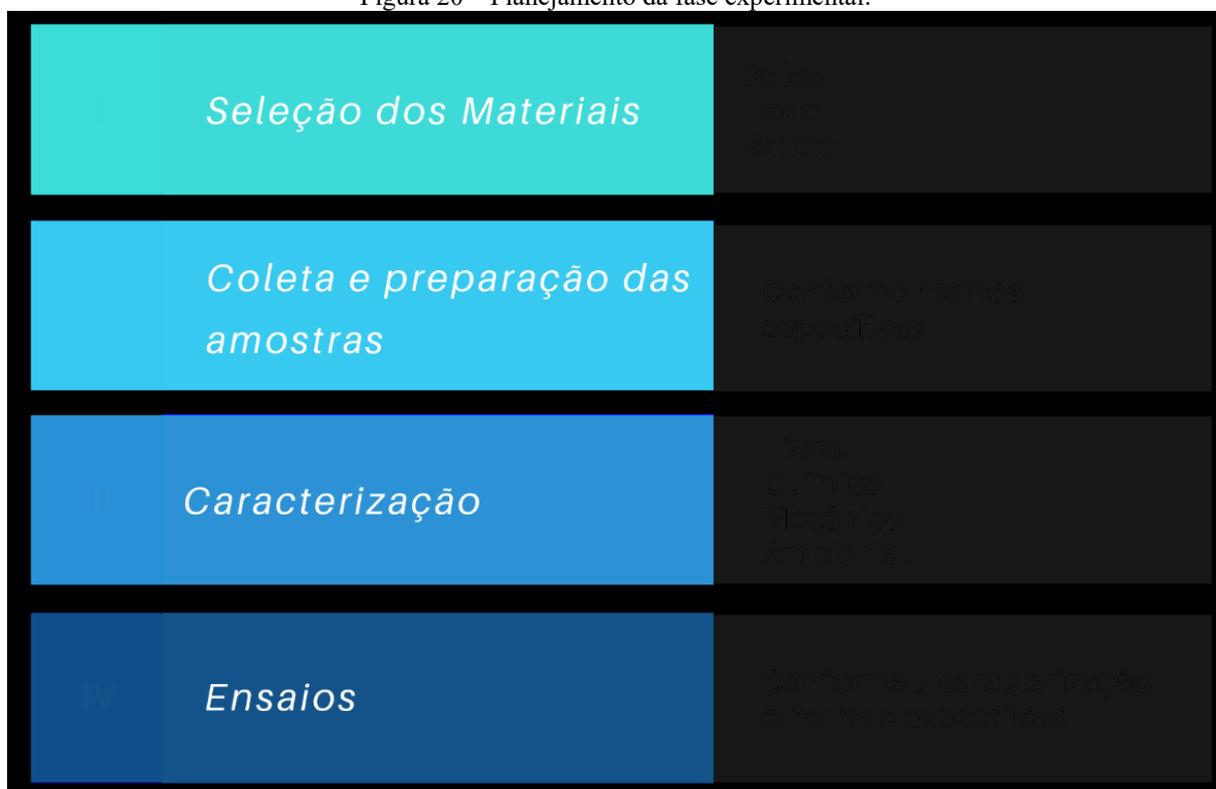
Nesta tese, a tecnologia social utilizada está em paralelo com a segunda concepção dos autores, que consideram essa tecnologia como geradora de mudança social sem que haja participação direta dos membros da comunidade, embora esses sejam seus beneficiários diretos (DUQUE; VALADÃO, 2017).

Doravante serão apresentados os materiais selecionados e empregados para o desenvolvimento desta pesquisa, bem como as metodologias e procedimentos utilizados para análises física, química, mecânica e ambiental das amostras e misturas.

4.4.3 Materiais e Metodologias

A Figura 20 apresenta o planejamento da fase experimental que consistiu em seleção de materiais, coleta e preparação das amostras, caracterização dos materiais e ensaios realizados.

Figura 20 – Planejamento da fase experimental.

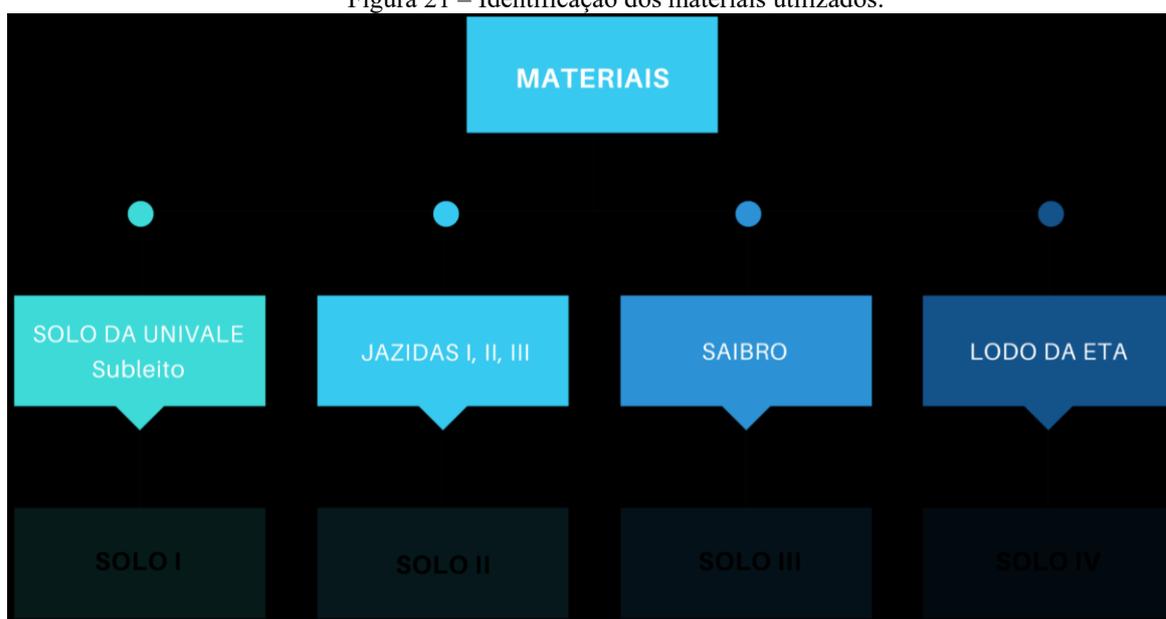


Fonte: Elaborado pela autora.

Após a seleção dos materiais ocorreu a etapa de caracterização que está diretamente associada à qualidade da preparação das amostras. Dessa forma, nesta fase a norma ABNT NBR 6457:2016 foi o norte, pois especifica o método para a preparação de amostras de solos para os ensaios de compactação e de caracterização. Os ensaios de caracterização física e mecânica foram realizados pela Solos Sondagens e Engenharia - Laboratórios de Engenharia da cidade de Governador Valadares (MG) - em parceria com a Universidade Vale do Rio Doce. Cabe destacar que estes ensaios poderiam ter sido realizados no laboratório da Univale, entretanto, o distanciamento social provocado pela Pandemia da Covid-19 impediu que isso fosse possível.

Para facilitar a identificação dos materiais (Figura 21) convencionou-se que o solo do subleito, proveniente da área da Univale, o qual receberá o projeto-piloto, seria identificado por Solo I, o solo oriundo de três jazidas diferentes por Solo II, o saibro receberia o nome de Solo III e o lodo proveniente da ETA Central de GV seria o Solo IV.

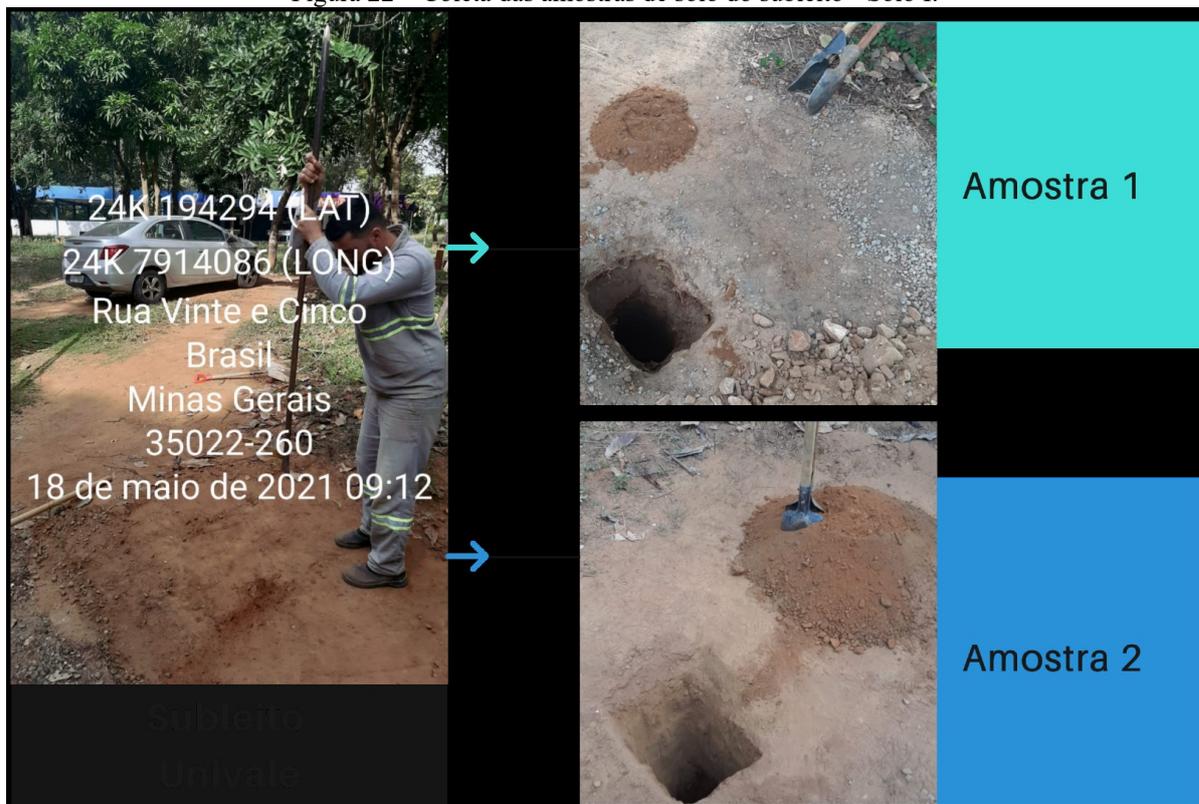
Figura 21 – Identificação dos materiais utilizados.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a caracterização do Solo I (Subleito) foram coletadas duas amostras de 60 kg cada na área destinada ao estacionamento do Edifício E1, na Universidade Vale do Rio Doce - *Campus* Antônio Rodrigues Coelho, onde será executado o projeto-piloto (Figura 22).

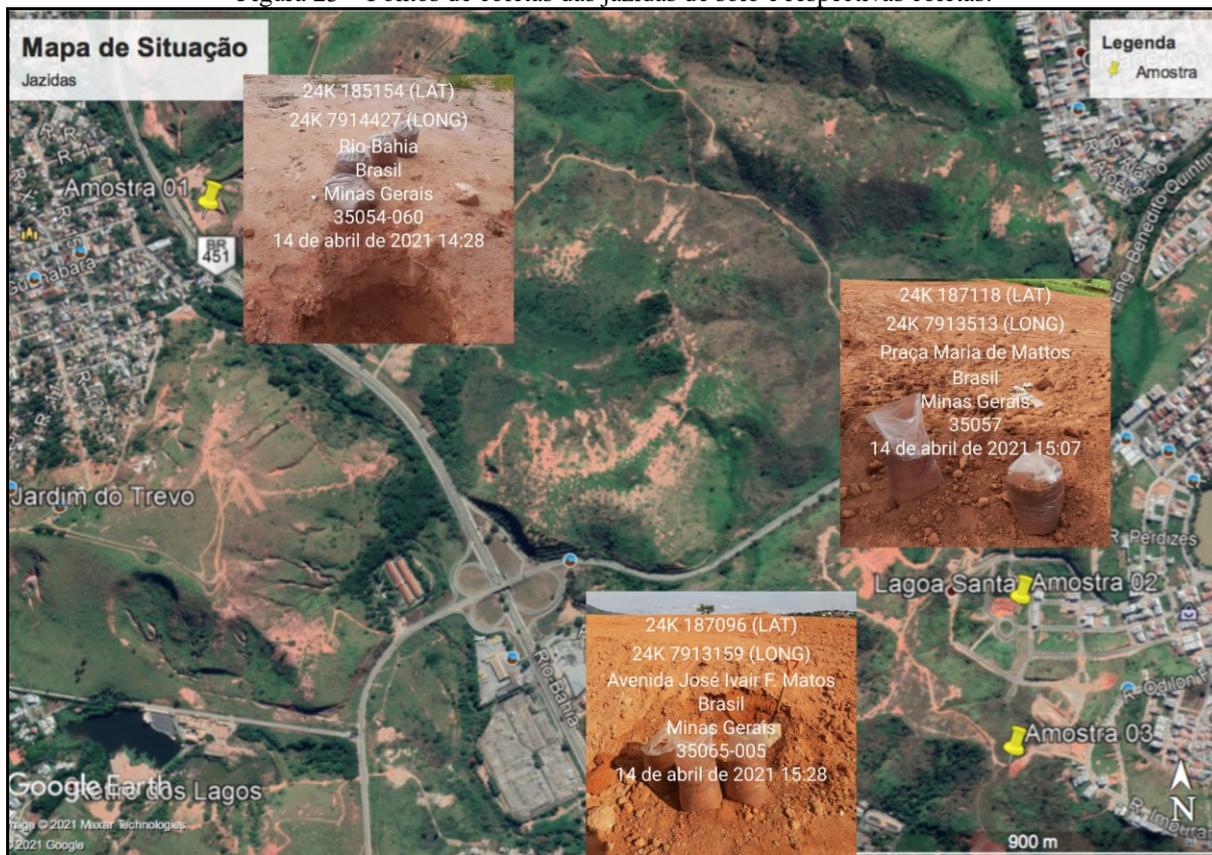
Figura 22 – Coleta das amostras de solo do subleito - Solo I.



Fonte: Elaborado pela autora com fotos de Fabiano Soares, técnico da Solos Sondagens e Engenharia.

As amostras de Solo II foram coletadas de três jazidas diferentes no município de Governador Valadares (MG). O Mapa de Situação das jazidas é apresentado na Figura 23, bem como, as amostras de cada uma.

Figura 23 – Pontos de coletas das jazidas de solo e respectivas coletas.



Fonte: Elaborado pela autora com fotos de Fabiano Soares, técnico da Solos Sondagens Engenharia e Mapa de situação do Google Earth.

O terceiro solo selecionado, comumente usado na construção civil e disponível no Laboratório da empresa Solos Sondagens e Engenharia, foi o saibro (Figura 24). É definido pela NBR 13.529:2013 como um “material proveniente de granitos e gnaisses, com minerais parcialmente decomposto sendo arenosos ou siltsos, com baixo teor de argila, e de cor variada”(ABNT, 2013, p. 2).

Figura 24 – Amostra de Saibro.



Fonte: Foto de Fabiano Soares, técnico da Solos Sondagens e Engenharia.

De acordo com Senço (2008, p. 41), o material que interfere em todos os estudos de pavimentos é o solo, sendo ou não utilizado em suas camadas, mas permanentemente é o suporte da estrutura. O solo é um material constituído por partículas sólidas e pelo espaço (vazios) entre elas, que pode estar preenchido por água ou ar. Constitui assim um sistema de três fases: sólida, líquida e gasosa. Índices físicos, granulometria e consistência definem as principais propriedades de um solo, denominadas propriedades índices. As propriedades permitirão indicar o tipo de solo que deverá ser utilizado para um determinado objetivo, classificá-lo, prever seu comportamento em determinadas condições, aprovar ou descartar jazidas, obter parâmetros para cálculos de pressões, permeabilidade, resistência a esforços, dentre outros.

Para determinar as propriedades índices das amostras de solo, incluindo também o lodo, foram realizados ensaios de caracterização física que constituíram-se em Análise Granulométrica e determinação dos Limites de Atterberg (Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade). O ensaio de granulometria é um procedimento que possibilita conhecer os atributos do solo com as porcentagens das partículas constituintes em função das suas

dimensões. Conhecer as particularidades de um solo viabiliza analisar o seu comportamento, seja como elemento de fundação ou como camadas da pavimentação (SENÇO, 2008, p. 76). Já os ensaios do Limite de Liquidez (LL) e de Plasticidade (LP) permitem determinar limites de consistência⁶³ das amostras. Para o ensaio de granulometria utilizou-se a NBR 7.181/2016: Solo - Análise granulométrica e para determinação dos LL e LP. Seguiu-se os procedimentos das normas NBR 6.459/2016: Solo - Determinação do limite de liquidez e NBR 7.180/2016: Solo - Determinação limite de plasticidade, respectivamente.

Considerando que o lodo de ETA é classificado como resíduo sólido urbano, foram realizados também ensaios de caracterização química e ambiental. Estes ensaios são indispensáveis para conhecer a composição química do lodo, determinar o potencial de hidrogênio (pH) e percentual de matéria orgânica (M.O.), bem como averiguar a presença de compostos químicos e ou biológicos prejudiciais ao meio ambiente, o que inviabilizaria o seu uso em camadas de pavimentação.

A granulometria da amostra de lodo da ETA foi determinada por combinação de peneiramento conforme prescrito na norma NBR 7181:2016 e sedimentação pelo Método da Pipeta da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2017). A análise química, a determinação do pH e do percentual de matéria orgânica foram realizados pela empresa Safrar – Análises Agrícolas, na unidade de Patrocínio (MG). Os ensaios para detecção de Coliformes totais e *Escherichia coli* deram-se no Laboratório de Microbiologia do Curso de Farmácia da Univale.

O lodo foi coletado em decantadores e filtros de descarte da Estação de Tratamento de Água Central de Governador Valadares (MG). De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico (2015), o Sistema Produtor ETA Central (Figura 25) está localizado na margem esquerda do Rio Doce, no Centro da Cidade, e foi inaugurado em meados da década de 1960 para a capacidade nominal de 800 litros/segundo. Este sistema é constituído por unidades de captação de água bruta (canal de tomada, caixa de areia e casa de bombas), seguidas pelas unidades do processo de tratamento de água. Atualmente, o sistema opera com capacidade de 900 litros/segundo, chegando a 1.150 litros/segundo no período de seca (GOVERNADOR VALADARES, 2015c).

⁶³ O termo consistência é usado para descrever um estado físico, isto é, o grau de ligação entre as partículas das substâncias. Quando aplicado aos solos finos ou coesivos, a consistência está ligada à quantidade de água existente no solo, ou seja, ao teor de umidade.

Figura 25 – Vista do Sistema Produtor ETA Central.



Fonte: Foto de Leonardo Morais⁶⁴

Cerca de 600 litros deste resíduo foram coletados e acondicionados em três tambores plásticos de 200 litros. O lodo foi então homogeneizado e submetido a processo de secagem natural (Figura 26). Em seguida, o resíduo seco foi destorroado, peneirado e pesado.

Figura 26 – Processo de secagem do lodo e destorroamento.

⁶⁴ Disponível em: <<https://www.saaegv.com.br/detalhe-da-materia/info/saae-avanca-para-melhorar-e-ampliar-sistema-de-abastecimento-de-agua/27087>>. Acesso em: 11 ago. 2021.



Fonte: Elaborado pela autora com fotos de Fabiano Soares, técnico da Solos Sondagens e Engenharia.

O processo de secagem de 200 litros do lodo *in natura* resultou em apenas 15 kg de resíduo seco. Com este resultado percebeu-se que seria dispendioso utilizar o lodo seco, pois precisaria de um grande leito de secagem para obter o volume necessário de resíduo seco para misturar a um dos solos e executar a sub-base da pavimentação. Considerando que a área a ser pavimentada é 260 m² (120 m² de calçada e 140 m² de estacionamento) e com uma profundidade do leito de secagem de 15 cm, seriam necessários 39 m³ de lodo, o equivalente a 39.000 litros que resultam em 2.925 kg (aproximadamente 3 toneladas) de lodo seco. Portanto, optou-se por mudar a metodologia e utilizar o lodo *in natura* porque o volume necessário é menor e dispensa o processo de secagem e destorroamento. O cálculo deste volume será apresentado na seção 4.4.4 (Resultados), pois foi realizado após o ensaio de determinação da umidade dos solos misturados ao lodo.

O ensaio de compactação dos solos I, II e III (Figura 27), que consiste em uma operação para reduzir os vazios de solo comprimindo-o por meios mecânicos (SENÇO, 2008, p. 3), seguiram as metodologias especificadas nas seguintes normas da ABNT: Método de Ensaio do DNER-ME 49/74 – Compactação do Solo com determinação do CBR - California Bearing Ratio, por tradução Índice de Suporte Califórnia - ISC e da Expansibilidade.

Figura 27 – Ensaio de Compactação dos Solos I, II e III.
A) Ensaio de Compactação, B) Corpo-de-prova, C) Ensaio CBR.



Fonte: Elaborado pela autora com fotos de Fabiano Soares, técnico da Solos Sondagens e Engenharia.

Nos anos 1930, o engenheiro O. J. Porter, do Departamento de Estrada de Rodagem da Califórnia, idealizou um dos primeiros métodos de dimensionamento de pavimentos, fundamentado na associação do ensaio de resistência à penetração, o CBR (California Bearing Ratio), às curvas definidas em conformidade com a intensidade de tráfego (SENÇO, 2008, p. 5) para “definir a resistência dos materiais granulares empregados nos serviços de pavimentação” (SENÇO, 2008, p. 219). Em outras palavras, é um método que serve para avaliar a resistência dos solos, sendo adotado no Brasil e no mundo por vários órgãos rodoviários. Tal método define-se como a relação percentual entre a pressão necessária para produzir uma penetração de um pistão num corpo de prova de solo e a pressão necessária para produzir a mesma penetração numa mistura padrão de brita estabilizada granulometricamente. Quanto à expansão, é medida com o corpo de prova em imersão (SENÇO, 2008, p. 219).

Uma vez realizada a caracterização de todos os materiais individualmente, produziu-se as misturas dos solos mais lodo, para estudo e análises de seus comportamentos e posterior

uso nas camadas de pavimentação. Para isso, foram realizados também ensaios de caracterização mecânica conforme apresentado nas Figuras 28, 29 e 30.

Figura 28 – Descrição das misturas e seus respectivos ensaios laboratoriais.

01	Jazida I	Jazida I + Lodo da ETA →	Ensaio de Caracterização Ambiental Lixiviação e Solubilização
02	Jazida II	Jazida II + Lodo da ETA	Para todas as misturas: Ensaio de Caracterização Mecânica Compactação e CBR
03	Jazida III	Jazida III + Lodo da ETA	
04	Saibro	Saibro + Lodo da ETA	

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 29 – Misturas de Solo (I, II, III, Saibro) + Lodo.

A) Mistura de solo + lodo, B) Umidade da mistura solo + lodo, C) Corpo-de-prova da mistura solo + lodo.



Fonte: Elaborado pela autora com fotos de Fabiano Soares, técnico da Solos Sondagens e Engenharia.

Figura 30 – Caracterização Mecânica das Misturas de Solo (I, II, III, Saibro) + Lodo.
A) Ensaio de Compactação, B) CBR e Expansibilidade.



Fonte: Elaborado pela autora com fotos de Fabiano Soares, técnico da Solos Sondagens e Engenharia.

Para identificar a maneira de dissolução do lodo no meio ambiente ou na água, foram realizados os ensaios de Lixiviação e Solubilização em uma amostra da mistura de solo da Jazida I com o lodo. De acordo com a NBR 10.005:2005, a lixiviação de resíduos sólidos refere-se à capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes neles, por meio de dissolução no meio extrator. A solubilização é a operação que tem o objetivo de diluir substâncias contidas neles, por meio de lavagem em meio aquoso. Considerando que o lodo da ETA de GV tem suas particularidades, a lixiviação pode diagnosticar quanto desse material será transferido para o meio ambiente, gerando ou não danos, isso torna imprescindível que se avalie a viabilidade técnica e ambiental do uso desse material.

Os ensaios foram executados pela Engequisa - Laboratório de Análises Ambientais na unidade Central em Betim - MG, uma empresa prestadora de serviços ambientais que atua no mercado desde 1989 e possui homologação junto à Rede Metrológica do estado, conforme os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025, em atendimento às exigências do Conselho

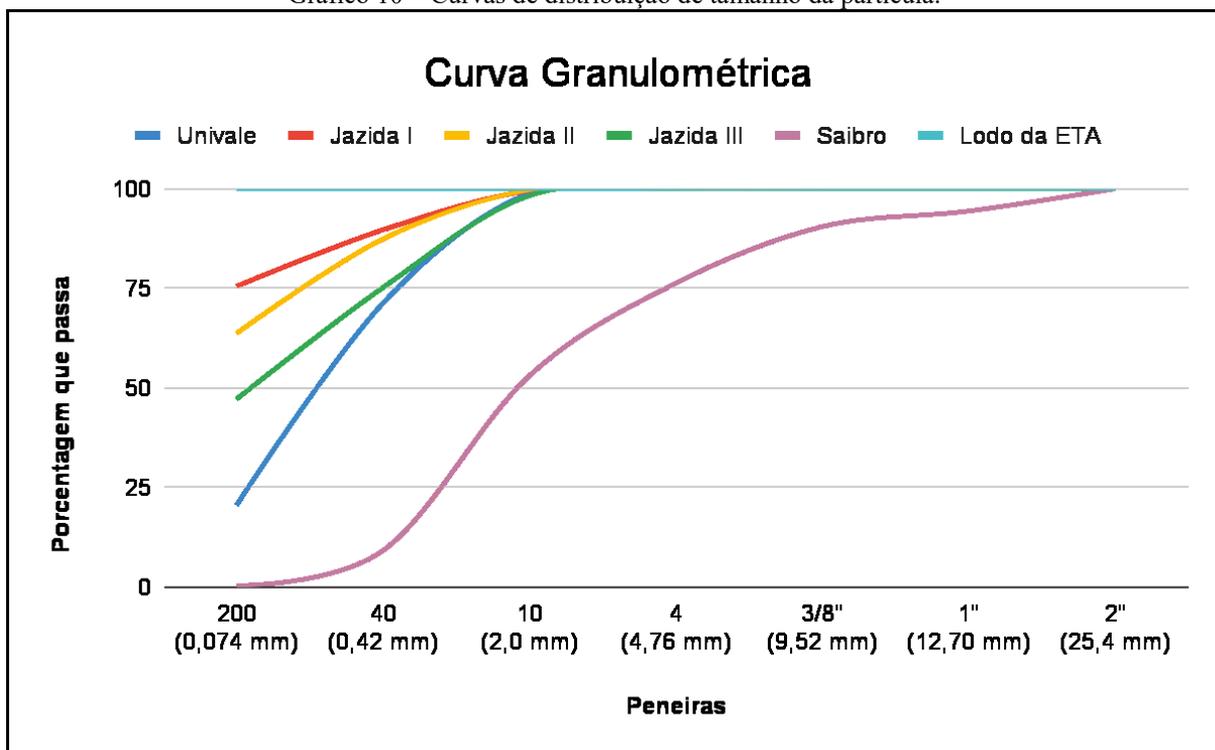
Estadual de Política Ambiental - COPAM-MG. Os procedimentos seguiram as normas NBR 10.005:2004 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos e NBR 10.006:2004 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Visto que os resíduos sólidos podem ser classificados como perigosos e não perigosos, a amostra desta mistura foi submetida também ao ensaio de classificação, seguindo a NBR 10004:2004 - Resíduos sólidos - Classificação.

4.4.4 Resultados

4.4.4.1 Caracterização física

O Gráfico 10 mostra as curvas de distribuição granulométrica para os solos e o lodo. Através dessas curvas, pode-se observar que a amostra de lodo da ETA passou totalmente pela peneira 200, com diâmetro de grãos inferior a 0,074 mm, portanto, é composto por um material pulverulento (muito fino). Quanto às jazidas, fazendo uma média das três amostras de solos, em torno de 62% passaram na peneira 200, caracterizando-os também como finos. Com a amostra de saibro ocorreu o contrário, apenas 0,4% passou na peneira 200 e 53,1% passou na peneira 10 (diâmetro de 2 mm), isso quer dizer que o saibro é um material composto por areia. O solo da Univale mostrou-se diferente, quase 80% da amostra ficou retida na peneira 40 (0,42 mm) classificando-o como areia média.

Gráfico 10 – Curvas de distribuição de tamanho da partícula.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa.

Considerando a classificação dos solos por diversas normas (Figura 31), os solos das jazidas são classificados como silte e argila. Quanto ao saibro, 53% passou na peneira 10 (2 mm) e apenas 9% na peneira 40 (0,42mm), portanto, classificado como areia. O lodo da ETA, como passou totalmente pela peneira 200, é um material extremamente fino e classificado como material fino (silte + argila).

Figura 31 – Diâmetro dos grãos conforme normas específicas.



Fonte: Elaborado pela autora com dados das normas citadas.

A Tabela 1 mostra os resultados dos índices de consistência dos solos (Limites de Atterberg) por meio de limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP), índice de plasticidade (IP) e classificação pelo sistema HRB - *Highway Research Board* -, descrito pela norma americana AASHTO - *American Association of State Highway and Transportation Officials*.

Tabela 1 – Limites de consistência e classificação dos solos.

Solos	Limite de liquidez LL	Limite de plasticidade LP	Índice de Plasticidade IP	Classificação HRB
Solo I (Univale)	Não líquido	Não plástico	0	A2-4
Jazida I	49,70%	39,90%	9,80%	A5
Solo II				
Jazida II	34,19%	23,10%	11,09%	A6
Jazida III	37,50%	Não plástico	37,50%	A6
Solo III (Saibro)	Não moldável	Não moldável	-	Saibro

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

Com base na distribuição de tamanho de partículas e índices de consistências, o Solo I (solo da Univale) foi classificado como tipo A2-4. Em conformidade com a classificação

HRB, esse tipo de solo é considerado como excelente a bom para subleito (solo de fundação), ou seja, possui capacidade de suporte do pavimento.

Quanto ao solo II, originário das jazidas I, II e III, apresentou diferença na Jazida I, que foi classificada como um material do tipo A5, constituído de solos siltosos e as Jazidas II e III como do tipo A6 formadas por solos argilosos. As amostras das três jazidas foram consideradas pela classificação HRB com comportamento sofrível e mau como subleito, isso posto, o solo II foi destinado para as misturas com o lodo para análise de sua utilização como sub-base.

O solo III (saibro) foi classificado como solo do tipo A2-4, sendo um material granular não plástico, ou seja, não moldável. Apontado pela HRB como um solo excelente a bom tanto para subleito quanto para sub-base.

O solo IV (lodo da ETA) tem características peculiares, portanto, foi realizada uma combinação dos ensaios de peneiramento e sedimentação. O ensaio de peneiramento mostrou que o lodo seco passou 100% na peneira 200 (com abertura de malha de 0,075mm), isso quer dizer que é considerado um material composto basicamente por silte e argila. A Tabela 2 apresenta o resultado do ensaio de sedimentação com a granulometria do lodo e as frações dos materiais constituintes. O ensaio de sedimentação, realizado pelo Laboratório de Análise de Solos da Univale, consolidou o resultado do peneiramento ao apresentar as frações com mais de 96% de materiais muito finos (silte e argila), com predominância de silte.

Os ensaios para a determinação da massa específica real dos grãos do lodo foram realizados no Laboratório da Solos Sondagens e Engenharia seguindo a norma do DNER-ME 084/95, obtendo uma densidade real de 1,963 (ANEXO A).

Tabela 2 – Granulometria do lodo da ETA.

Frações (%) no lodo							
Areia grossa	(2 a	Areia fina	(0,2 a	Silte	(0,05 a	Argila	(<
0,2 mm)		0,05 mm)		0,002 mm)		0,002 mm)	
3,67		1,27		70,77		24,3	

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

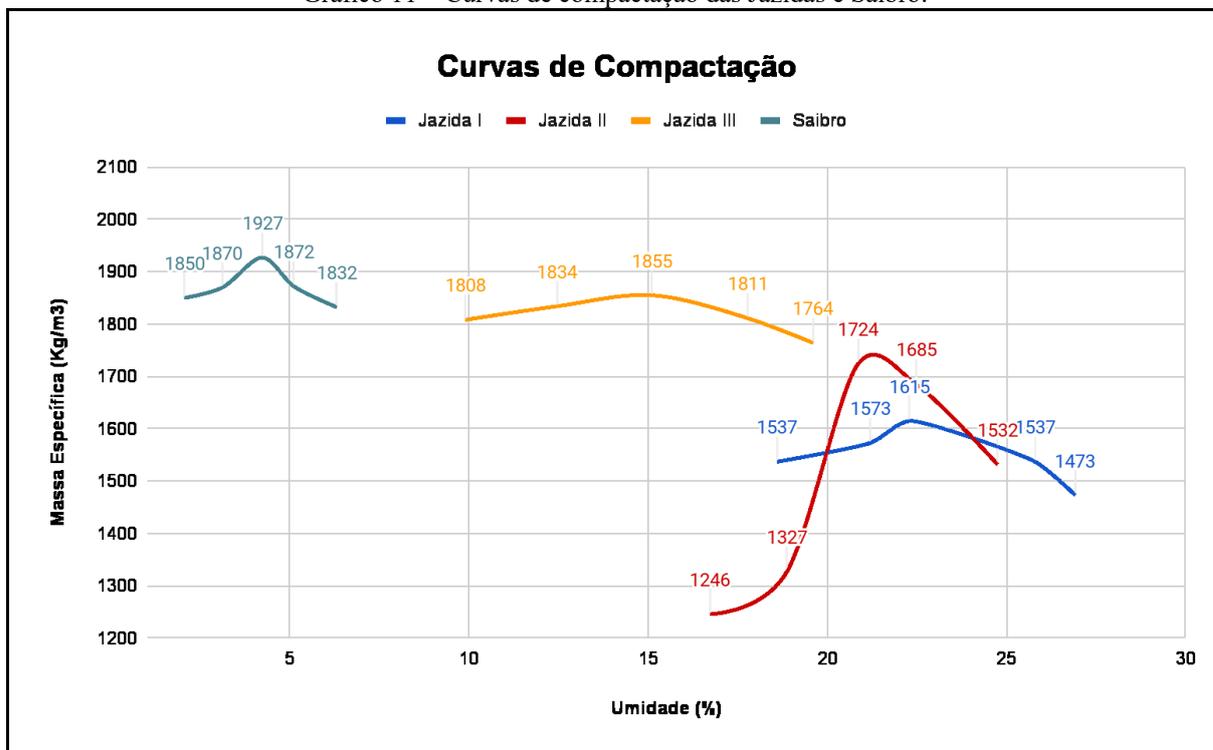
De acordo com a norma rodoviária DNER ES -303-97, o material para camada de base deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%. Como pode ser observado, os limites de liquidez dos solos estão acima dos valores permitidos para camada de base. Entretanto, não há restrições quanto a estes limites para uso em camada de sub-base.

4.4.4.2 Caracterização mecânica

O Ensaio de Compactação foi realizado para cada solo e respectivas misturas com lodo. Para cada solo foi obtida a maior massa específica aparente possível por meio da aplicação de energia mecânica, obtendo assim, a maior quantidade de partículas sólidas por unidade de volume, resultando no aumento da resistência deste solo.

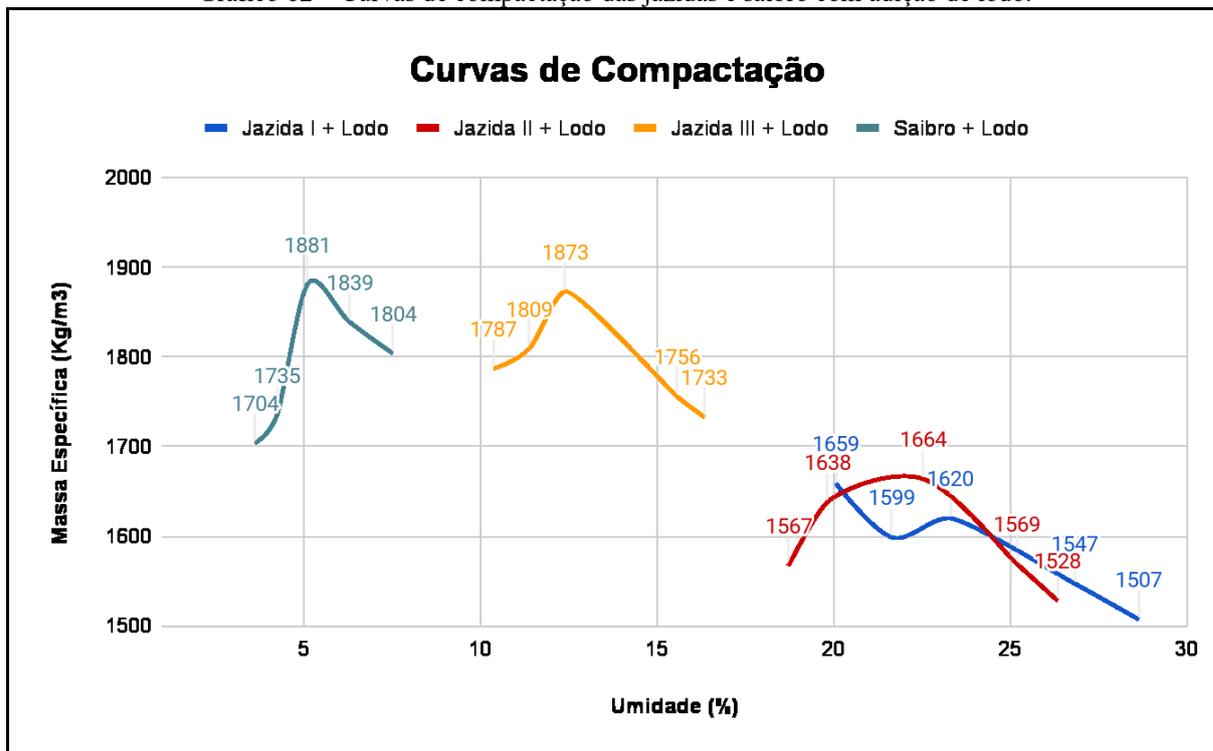
O Gráfico 11, apresenta as curvas de compactação de cada solo sem adição do lodo e o Gráfico 12 apresenta as curvas de compactação de cada solo com adição de lodo. Cada solo possui uma umidade mais conveniente para se obter um máximo de compactação para uma determinada energia, denominada umidade ótima (SENÇO, 2008, p. 131). A Tabela 3 apresenta os valores da umidade ótima e da densidade máxima de cada solo sem e com adição de lodo.

Gráfico 11 – Curvas de compactação das Jazidas e Saibro.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

Gráfico 12 – Curvas de compactação das jazidas e saibro com adição de lodo.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

Tabela 3 – Umidade ótima e densidade máxima dos solos e misturas com lodo da ETA.

Solos e Misturas	Umidade (%)	Massa Específica (Kg/m ³)
Jazida I	22,29	1615
Jazida I + Lodo	23,31	1620
Jazida II	20,86	1724
Jazida II + Lodo	22,54	1664
Jazida III	15,1	1855
Jazida III + Lodo	12,4	1873
Saibro	4,24	1927
Saibro + Lodo	5,11	1881

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostraram que a adição de lodo da ETA na Jazida I causou aumento da umidade e da densidade máxima, a Jazida II e o Saibro tiveram um comportamento semelhante com um aumento de umidade e uma redução de densidade máxima e já na Jazida III ocorreu o inverso, redução da umidade e aumento da densidade.

Considerando que a Jazida II e o Saibro tiveram os melhores comportamentos com adição do lodo, analisou-se qual deles traria mais benefício ambiental. Para isso, calculou-se o

volume de lodo necessário para misturar nesses dois tipos de solos que possuem diferentes umidades. A área total a ser pavimentada é de 260 m² (120 m² de calçada e 140 m² de estacionamento), com uma espessura da camada de sub-base igual a 10 cm ou 0,10 m o volume total é 26 m³. Multiplicando esse volume pela umidade de cada solo (Jazida II e Saibro) encontramos o volume necessário para execução desta camada, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparativo do volume necessário de cada solo (Jazida I e Saibro).

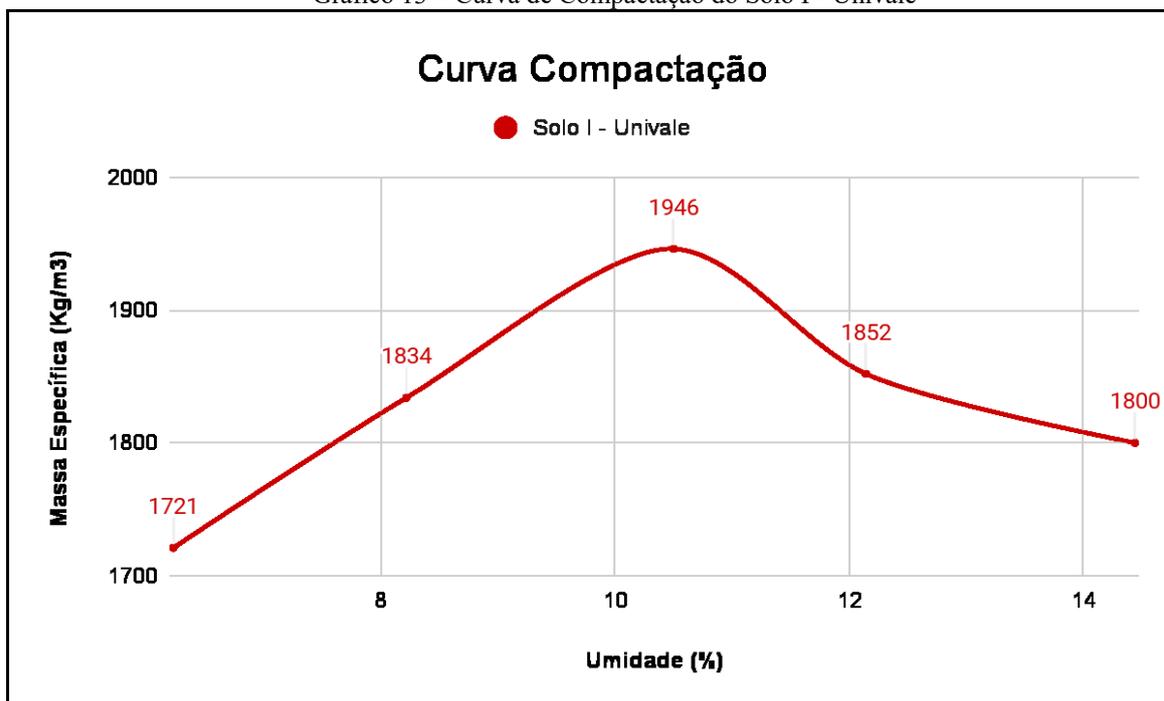
Solo	Umidade (%)	Volume (metros cúbicos)	Volume (metros cúbicos)	Volume (litros)	Tambores (200 litros)
Saibro	5,11	26	1,3286	1.328,60	7
Jazida II	22,54	26	5,8604	5.860,40	30

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

Diante dos resultados, conclui-se que o solo mais adequado a ser misturado ao lodo é o da jazida II, uma vez que demandará maior volume de lodo para execução da camada de sub-base, isso significa menos resíduo a ser lançado nos recursos hídricos. Sendo assim, menor quantidade de resíduos serão descartados nos mananciais hídricos. Cumprindo aqui um dos principais objetivos que seria dar uma destinação mais adequada para os resíduos do tratamento de água.

O Gráfico 13 mostra a curva de compactação do Solo I, originário da Univale, que apresentou uma densidade máxima de 1946 Kg/m³ e umidade ótima de 10,5%. Este solo não será misturado ao lodo da ETA por ser classificado como solo excelente a bom no ensaio de granulometria e conseqüentemente adequado para subleito.

Gráfico 13 – Curva de Compactação do Solo I - Univale



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

Com os teores de umidade indicados pelos ensaios de compactação, foram moldados corpos-de-prova de cada solo, bem como de suas misturas com lodo, para a execução dos ensaios de CBR. Este ensaio serve para determinar a capacidade de suporte de um solo compactado e também conhecer qual a sua expansão sob um pavimento quando este estiver saturado, fornecendo assim, indicações da perda de resistência do solo com a saturação. Expansão e CBR são critérios de aceitabilidade dos materiais a compor as camadas do pavimento.

A Tabela 5 apresenta os resultados do ensaio de CBR e expansão conforme a umidade ótima de cada solo sem adição de lodo.

Tabela 5 – Resultados dos ensaios de CBR e expansão dos solos sem adição de lodo.

Ensaio	Univale	Jazida I	Jazida II	Jazida III	Saibro
CBR (%)	28,30	9,60	14,10	13,70	29,00
Expansão (%)	0,09	0,61	0,53	1,42	0,03
Umidade (%)	10,5	22,29	20,86	15,10	4,24

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

Para análise dos resultados foram seguidos os parâmetros recomendados pelo DNIT (2006) conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Recomendações DNIT (2006).

Recomendações DNIT (2006)		
Camada	Expansão	CBR
Base	< 0,5	> 80
Sub-base	< 1	> 20
Reforço Subleito	< 1	> subleito
Subleito	< 2	> 2

Fonte: DNIT (2006)

Considerando os parâmetros do DNIT (2006), o Solo I (Univale) é adequado para o subleito. Tanto o CBR quanto a expansão atenderam às recomendações, ou seja, o CBR é maior que 2% e a expansão menor que 2%. Ao analisar o resultado das jazidas I, II, III (Solo II) e saibro (Solo III), definidas à priori como sub-base, é possível constatar que apenas o saibro atendeu aos critérios estabelecidos.

A Tabela 7 apresenta os resultados do ensaio de CBR e expansão conforme a umidade ótima de cada solo com adição de lodo.

Tabela 7 – Resultados dos ensaios de CBR e expansão dos solos com adição de lodo.

Ensaio	Jazida I + Lodo	Jazida II + Lodo	Jazida III + Lodo	Saibro + Lodo
CBR (%)	14,80	26,50	10,60	25,20
Expansão (%)	1,04	0,25	1,14	0
Umidade (%)	23,31	22,54	12,40	5,11

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa.

Os resultados mostraram que a adição de lodo aumentou o CBR das Jazidas I e II, entretanto, somente a Jazida II atendeu aos critérios, apresentando um CBR maior do que 20 e expansão maior do que 1. A Jazida III e o saibro tiveram redução do CBR, no entanto, o saibro ainda atendeu às recomendações. Portanto, a Jazida II e o Saibro com adição de lodo podem ser utilizados como sub-base.

4.4.4.3 Caracterização química e ambiental

Os ensaios de caracterização química foram realizados apenas para o solo IV (lodo da ETA) pela suspeita de conter metais pesados em sua composição. Embora o que define “metais pesados” seja a densidade superior a 5 g/cm³, este termo é mais empregado

considerando suas propriedades químicas que se caracterizam pelos elevados níveis de reatividade e bioacumulação. Estas características químicas fazem com que tais elementos estejam propícios a desencadear reações químicas não metabolizáveis, isso significa que não podem ser degradados pelos organismos vivos e, portanto, permanecem em caráter cumulativo na cadeia alimentar. Exemplos de metais pesados são o chumbo (Pb), cádmio (Cd), níquel (Ni), cobalto (Co), ferro (Fe), zinco (Zn), crômio (Cr), arsênio (As), prata (Ag) (SOUZA *et al.*, 2018).

Considerando que o lodo gerado nos decantadores das Estações de Tratamento de Água (ETA) possui composição variada, de acordo com a região onde ela está localizada, com o mês de coleta e com o coagulante usado, o lodo foi caracterizado quanto à umidade, pH, matéria orgânica e composição química e os resultados são apresentados na Tabela 8. Os ensaios foram realizados pela Safrar Análises Agrícolas Ltda usando a metodologia do IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, um instituto de pesquisa da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Tabela 8 – Resultados da Análise Química.

Análise Química	Lodo da ETA	Níveis ideais Método IAC
Potencial hidrogeniônico (pH) H ₂ O	5,8	5,5 a 6,5
Potencial hidrogeniônico (pH) CaCl ₂	5,3	4,9 a 5,9
Matéria Orgânica (M.O.)	4,2 dag/kg	2,1 a 4,5
Fósforo (P) meh	49 mg/dm ³	20,1 a 30
Potássio (K ⁺)	69 mg/dm ³	>80
Teor de Sulfato (S-SO ₄ ⁼)	78,9 mg/dm ³	>10
Cálcio (Ca ²⁺)	1,16 cmolc/dm ³	2,4 a 4,0
Magnésio (Mg ²⁺)	0,1 cmolc/dm ³	0,9 a 1,5
Alumínio (Al ³⁺)	0	<0,2
Acidez Potencial (H+Al)	2,8 cmolc/dm ³	<0,2
Soma de Bases Trocáveis - SB (Ca ²⁺ + Mg ²⁺ + K ⁺)	1,46 cmolc/dm ³	3,6 a 6,0
Capacidade de Troca de Cátions - t (SB + Al)	1,46 cmolc/dm ³	4,6 a 8,0
Capacidade de Troca de Cátions a pH 7,0 (T)	4,26 cmolc/dm ³	8,6 a 15,0
Saturação de Bases (V)	34 %	60 a 80
Porcentagem de Saturação por Alumínio (m)	0	<20

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa.

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é um indicador de qualidade que define a acidez ou alcalinidade de uma solução. Geralmente, no caso dos solos, o pH varia entre 3,0 e 9,0. Considerando os parâmetros da resolução CONAMA 430/11, o pH varia de 5 a 9. O solo será ácido se o valor de pH for menor que 7,0 e básico se o pH for maior que 7,0. Os valores encontrados tanto para o pH medido em água quanto para o medido em cloreto de Cálcio (CaCl₂) indicam que o lodo da ETA (Solo IV) tem caráter ácido. Considerando os parâmetros da resolução CONAMA 430/11, o pH varia de 5 a 9, portanto, o lodo atendeu a este parâmetro da legislação.

A amostra do lodo apresentou 4,2% de matéria orgânica. Esse teor está abaixo do intervalo entre 15% e 25% determinado em lodo de ETA tratado com sulfato de alumínio (RICHTER, 2001, p. 4). O coagulante utilizado no tratamento de água do município é o sulfato de alumínio. O alumínio (Al) é um elemento tóxico e está associado à acidez, entretanto, não foi encontrado na composição do lodo conforme pode ser constatado na Tabela 8.

Os níveis de Cálcio e Magnésio apresentaram-se abaixo dos ideais considerando o Método IAC, o que não interfere em obras de engenharia. Caso fosse necessário eliminar a acidez do lodo da ETA para uso agrícola, orientava-se realizar uma prática de manejo do solo a partir da utilização de calcário, denominada calagem. De acordo com Brandão, Silverol e Severo (2021), essa prática tem por objetivo corrigir a acidez, diminuir ou até mesmo anular os efeitos tóxicos de altas concentrações de Alumínio e Manganês, além de fornecer Cálcio e Magnésio.

Os metais presentes na amostra de lodo da ETA são apresentados na Tabela 9. A análise dos resultados fundamentou-se nos valores máximos para cada componente avaliado estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 420/2009, de 28 de dezembro de 2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Além disso, utilizou-se também como referência os parâmetros para lançamento de efluentes em corpo hídrico estabelecidos na Resolução CONAMA 430/11, de 13 de maio de 2011, por indicar em seu artigo 2º que a disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Tabela 9 – Resultados da Análise Química – Metais.

Metais	Lodo da ETA	Resolução CONAMA 420/2009	Resolução CONAMA 430/2011
	Valores encontrados (mg/l)	Valores prevenção (mg/l)	Valores máximos (mg/l)
Arsênio	0,9	15	0,5
Bário	21,3	150	5
Cádmio	0,4	1,3	0,2
Chumbo	15,2	72	0,5
Cobalto	0,7	25	
Cobre	0,72	60	1
Cromo	29,2	75	0,1 (Cr ⁶⁺) 1 (Cr ³⁺)
Ferro	130	-	15
Manganês	86,86	-	1
Mercúrio	0,6	0,5	0,01
Molibidênio	<0,01	30	
Níquel	3,3	30	2
Selênio	1,7	5	0,3
Zinco	3,51	300	5

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa

Analisando os valores encontrados no lodo da ETA e relacionando-os com os valores prevenção estabelecidos pela Resolução CONAMA 420/2009, pode-se inferir que todos os metais, com exceção do Mercúrio (Hg), se encontram dentro do limite permitido, embora ainda assim, muito próximo do valor de prevenção. Ao comparar os valores encontrados com os valores máximos determinados pela resolução CONAMA 430/2011, observa-se que a maioria apresenta valores consideravelmente elevados, com exceção do Zinco.

O lodo da ETA de GV é composto majoritariamente de ferro, seguido de manganês, cromo, bário e chumbo. A quantidade elevada de ferro e manganês pode ser explicada pelo rompimento da barragem de Mariana que depositou rejeitos de mineração no rio Doce, fonte de captação de água do município. Em consideração a isso, cabe ressaltar a visão de Klaassen e Watkins (2021) sobre a diferença entre os metais e outras substâncias tóxicas. Os autores entendem que os metais, “como elementos, não são criados nem destruídos por meio da participação humana”, mas seus níveis no meio ambiente e nos alimentos são impulsionados

pelo uso humano, impactando no potencial tóxico, uma vez que “pode alterar a forma química ou a especiação de um elemento” (KLAASSEN; WATKINS, 2021, p. 326). Sob o mesmo ponto de vista, destacam que “como espécies elementais, os metais não são biodegradáveis. Essa indestrutibilidade combinada com a bioacumulação contribui para a grande preocupação com relação aos metais como agentes tóxicos”. Ademais, os processos de acúmulo e transporte dessas espécies e de suas interações com a fase sólida dos solos e líquida dos corpos d’água tornam-se o cerne da poluição de sedimentos e águas por metais pesados (PACHECO, 2015, p. 6)

Segundo Juncá *et al.* (2017, p. 20), as altas concentrações de ferro nos compartimentos ambientais, traz consigo o aumento na concentração dos elementos siderófilos, tipo, manganês, níquel e chumbo. Em análises realizadas com rejeito do rompimento da barragem de Fundão, encontrou-se a presença de elementos traço como antimônio (Sb), arsênio (As), bário (Ba), chumbo (Pb), cobalto (Co), cromo (Cr), mercúrio (Hg), molibdênio (Mo), níquel (Ni), prata (Ag), alumínio (Al), vanádio (V) e zinco (Zn), ainda que em baixas concentrações, (JUNCÁ *et al.*, 2017; BRASIL, 2019a)

A presença de arsênio no lodo da ETA acima do valor máximo estabelecido pela Resolução Conama 430/2011 também pode ser explicada pelo rompimento da barragem. O arsênio é encontrado na atmosfera, solos e rochas, águas naturais e organismos, sendo mobilizado por meio de uma combinação de processos naturais, como reações de intemperismo, atividade biológica e emulsão vulcânica, bem como por meio de uma série de atividades antrópicas. (MATSCHULLAT, 2000; SMEDLEY e KINNIBURGH, 2002). Dentre estas atividades antrópicas, destaca-se a mineração. O Quadrilátero Ferrífero é reconhecido quanto à presença mineralógica de arsenopirita, composta por aproximadamente 45% de arsênio (MPF, 2019a; HORA *et al.*, 2012; HATJE *et al.*, 2017). Destaca-se nesta região os municípios cuja exploração mineral impacta a cabeceira da bacia do rio Doce, especialmente através do rio do Carmo e Gualaxo do Norte (HORA *et al.*, 2012; SEGURA *et al.*, 2016; HATJE *et al.*, 2017; MAIA, 2017)

A exposição ambiental a este elemento acontece principalmente pela ingestão de água potável contaminada com o metal, frequentemente proveniente de fontes naturais. A exposição ambiental ao arsênio também decorre da queima de carvão contendo níveis naturalmente altos do metal. Alimentos, em especial frutos do mar, podem contribuir de maneira significativa para a ingestão diária de arsênio. A ingestão de altas doses (70 a 180 mg) de arsênio inorgânico pode ser fatal. Os sintomas de intoxicação aguda incluem febre, anorexia, hepatomegalia, melanose, arritmia cardíaca e, em casos fatais, falência cardíaca. O

arsênio é um carcinogênico humano conhecido, associado com tumores de pele, pulmões e bexiga e, possivelmente, de rins, fígado e próstata (NORDBERG *et al.*, 2007; FRANZOI *et al.*, 2009).

De acordo com o parecer técnico do Lactec, cujos resultados foram obtidos a partir de avaliação dos dados já colhidos por outras instituições ao longo da Bacia do Rio Doce, as concentrações elevadas de manganês total, ferro dissolvido e alumínio dissolvido foram registradas. Também em alguns locais e momentos, notou-se elevações para elementos chumbo total, cádmio total, zinco total e cobre dissolvido no ano de 2018, destacando que as concentrações de cádmio total se elevaram quando comparadas antes e após o rompimento. Ainda neste parecer, valores acima da legislação para cádmio foram encontrados nas ETAs de Governador Valadares (Recanto dos Sonhos, Santa Rita, São Vitor, Vila Isa e Central), em 2016. (BRASIL, 2019b, p. vi). Destacou, também, que na ETA Central de Governador Valadares foram realizadas 105 amostragens de água tratada para a turbidez, 110 para o ferro e 107 para cádmio, que foram os parâmetros em desconformidade com a legislação entre novembro de 2015 e 2018 (BRASIL, 2019b, p. 66).

As ocupações potencialmente sob risco na exposição ao cádmio incluem aquelas envolvidas com o refino de minérios de zinco e chumbo, produção de ferro, fabricação de cimento, indústrias envolvendo a queima de combustíveis fósseis, fabricação de pigmentos de tintas, baterias de níquel-cádmio e galvanoplastia. Os principais efeitos tóxicos a longo prazo resultantes da exposição a baixos níveis de cádmio são danos renais, doenças pulmonares obstrutivas, osteoporose e doenças cardiovasculares. O câncer é uma grande preocupação na exposição ocupacional ao metal. Os efeitos tóxicos crônicos do cádmio são claramente uma preocupação muito maior do que as raras exposições agudas ao metal (DORTA *et al.*, 2018).

O Instituto Lactec (MPF, 2019, p. 30-31) avaliou os dados de qualidade do IGAM em duas estações localizadas no rio Doce, uma mais próxima ao centro de Governador Valadares e outra a jusante. Ressaltou que, antes do rompimento da barragem, na estação mais próxima ao centro, “já se observavam percentuais de desconformidade para coliformes termotolerantes, manganês total, ferro dissolvido, chumbo total, fósforo total, alumínio dissolvido, turbidez, sólidos suspensos totais e cromo total”. Além disso, destacou que, “o manganês apresentava o maior percentual de desconformidade, chegando a 44%, seguido do ferro dissolvido de água (22%), do chumbo total (16%) e do alumínio dissolvido (14%). Para o cromo total, o percentual de desacordo era menor (3%)”. Ainda neste parecer, foi destacado o aumento de desconformidades com o rompimento, entre novembro e dezembro de 2015

“registrou-se um aumento de desconformidades para os EPTs manganês total, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, chumbo total, arsênio total, cromo total, cádmio total, níquel total e mercúrio total. Tendo ocorrido registros inéditos de não conformidades para arsênio total, cádmio total, níquel total e mercúrio total no local. Em 2016, foi registrada não conformidade inédita de cobre dissolvido” (MPF, 2019, p. 31)

Estas desconformidades apresentaram tendência de diminuição no período subsequente a 2015, especialmente arsênio total, cromo total, níquel total e mercúrio total. Ao contrário do alumínio dissolvido, ferro dissolvido, chumbo total, cobre dissolvido e cádmio total, mantiveram percentuais de desconformidades superiores aos que precederam o rompimento da barragem, quando todos foram reavaliados em 2018 (MPF, 2019, p. 31). O chumbo, não sendo metabolizado, se acumula nas células, afetando vários órgãos do sistema com alterações celulares e subcelulares, subvertendo processos bioquímicos. Assim, pode causar dano ao coração, através do sistema nervoso autônomo, nefropatia, doenças digestivas, intoxicação hepática, estando ainda suspeito quanto à teratogenicidade e carcinogenicidade.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o cromo trivalente (Cr III) é o de maior ocorrência natural, enquanto o cromo hexavalente (Cr VI), quando encontrado no meio ambiente, é quase que totalmente derivado de atividades humanas (WHO, 1988, p. 21). Dentre estas atividades destacam a combustão do carvão e do petróleo, indústrias de galvanoplastia, curtimento de couro e têxteis, escória residual, fábricas de cimento e o desgaste de revestimentos de amianto (ATSDR, 2008). A bioacumulação do cromo, em casos de intoxicação, pode levar a doenças graves no organismo humano, incluindo dermatites graves e ações cancerígenas.

A presença de mercúrio pode ser explicada historicamente, pela exploração do ouro, por meio de garimpos, que há séculos contaminam os rios do Carmo e Gualaxo do Norte (afluentes do rio Doce) que banham a região de Mariana e Ouro Preto. Essas atividades permaneceram nesta região na época do rompimento da barragem de Fundão. O mercúrio metálico encontra-se no estado líquido na temperatura ambiente. O vapor de mercúrio (Hg⁰) é muito mais perigoso do que sua forma líquida. O metal liga-se a outros elementos (tais como o cloro, o enxofre ou o oxigênio) para formar sais inorgânicos mercuriosos ou mercurícos (OLSON., 2014; DORTA *et al.*, 2018). O rim é o principal órgão-alvo do mercúrio inorgânico. Embora uma alta dose de cloreto de mercúrio seja diretamente tóxica às células tubulares renais, a exposição crônica a sais de Mercúrio, a baixas doses, pode induzir uma doença glomerular imunológica. Pessoas expostas podem desenvolver proteinúria, que é reversível (DORTA *et al.*, 2018).

Minas Gerais detém apenas a quarta maior reserva de níquel do país e as jazidas não se encontram próximas à região do rompimento da barragem. Ainda assim, os níveis aumentados de níquel no lodo poderiam estar relacionados à contaminação dos rejeitos no trajeto na Bacia do rio Doce. O níquel metálico é produzido dos minérios de sulfeto e óxido de silicato. É usado em várias ligas metálicas, como aços inoxidáveis e na galvanoplastia. A exposição ocupacional ao níquel ocorre por meio da inalação de aerossóis, poeiras ou fumos contendo o metal, ou pelo contato dérmico em trabalhadores envolvidos na produção do níquel (mineração, moagem, refino, etc.) e em operações que o utilizam (fundição, galvanoplastia, solda, baterias níquel-cádmio, etc.). O níquel é onipresente na natureza e a população em geral está exposta a baixos níveis do metal no ar, na fumaça do cigarro, na água e nos alimentos. O níquel é um carcinógeno do sistema respiratório. Os riscos são mais altos para câncer pulmonar e nasal entre trabalhadores altamente expostos ao sulfeto de níquel, ao óxido de níquel e ao níquel metálico (OLSON, 2014; DORTA *et al.*, 2018).

O cobre, além de poder ser liberado por fontes naturais, como por exemplo, em incêndios florestais, também pode advir das atividades agrícolas e industriais, dentre estas, as atividades de mineração. Ao não se degradar no meio ambiente, este mineral, ao ser liberado, se adere a matéria orgânica, argila, solo ou areia (ATSDR, 2004). A exposição ao cobre na indústria ocorre principalmente por particulados inalados na mineração ou fumos metálicos em operações de fundição, solda ou atividades relacionadas. Os efeitos adversos mais relatados pelo excesso da ingestão de cobre são os distúrbios gastrintestinais. Náuseas, vômito e dor abdominal têm sido relatados após a ingestão de soluções de sulfato de cobre ou bebidas armazenadas em recipientes que liberam o metal. A ingestão de água potável com > 3 mg Cu/L produzirá sintomas gastrintestinais. A ingestão de grandes quantidades de sais de cobre, mais frequentemente sulfato de cobre, pode produzir necrose hepática e morte (MOREAU; SIQUEIRA, 2017)

O bário é um metal encontrado em águas naturais e é parte do meio ambiente. Tem como principais fontes o intemperismo e a erosão de fontes naturais. Nestes casos, na forma de barita ou feldspatos, que são ricos em bário. De forma antrópica, pode ser adicionado ao meio ambiente, em função da disposição de resíduos industriais, como fogos de artifícios, pigmentos, vidros, defensivos agrícolas e também do uso destes elementos em lamas de perfuração de poços (CETESB, 2017). A região do Vale do Rio Doce é rica em feldspato, o que explicaria em parte os níveis encontrados no lodo da ETA. O principal efeito de compostos de bário, solúveis em água ou no estômago é a hipocalcemia (baixa de potássio),

podendo elevar a taquicardia ventricular, hipo ou hipertensão arterial, fraqueza muscular e paralisia. Também, efeitos gástricos intestinais, vômitos, diarreia e cólicas abdominais.

Os compostos de selênio chegam ao meio ambiente através de fontes naturais e antropogênicas. As fontes naturais são responsáveis pela presença do selênio no ambiente e as fontes antropogênicas, pela sua distribuição. O ambiente marinho pressupõe-se ser a maior fonte de selênio para a atmosfera e essa para a superfície terrestre. Indústrias de refino de cobre, produção de vidro, equipamentos eletrônicos, águas de drenagem, efluentes, beneficiamento de carvão, refinarias, mineração de fosfatos e outros minerais, bem como o uso de fertilizantes, constituem-se as principais fontes antropogênicas. De acordo com Thomas (2021), a principal via de exposição ao selênio é por meio de alimentos e, em algumas áreas com solos seleníferos, mediante água potável. Destaca ainda que é incomum a exposição por via aérea (THOMAS, 2021).

O selênio é elemento importante para a saúde humana, no entanto, é relativamente pequena a diferença entre a dosagem que corresponde à exigência orgânica da tóxica, quando se trata de selênio para o organismo humano. Seus efeitos tóxicos ocorrem quando se ultrapassa 400 µg/dia, a saber: alterações cardíacas, alterações no sistema imune, carcinomas, fadiga, tonturas, náuseas, vômitos, erupções cutâneas, olhos lacrimejantes, entre muitos outros. A toxicidade pode variar pela forma química do selênio, do sexo e idade da pessoa, do tempo e da via de exposição. A selenose é resultado em geral da repetida exposição ao selênio a níveis considerados maiores do que o necessário para organismo (NÓBREGA, 2015).

Ao analisar a composição química do lodo, com uma concentração variável de elementos potencialmente tóxicos e considerando que o pH do lodo é ácido e favorece a mobilidade destes elementos, ensaios de classificação, lixiviação e solubilização foram realizados com o objetivo de classificar o resíduo identificado quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Os trabalhos foram desenvolvidos segundo as normas, padrões e termos de referências seguintes: ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação; ABNT NBR 10.005:2004 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos; ABNT NBR 10.006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos; ABNT NBR 10.007:2004 – Amostragem de Resíduos sólidos e APHA – AWWA – WEF – *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22ª edição*, pela empresa Engequisa - laboratório de análises ambientais.

Foram realizadas análises químicas dos parâmetros inorgânicos, pesticidas e parâmetros orgânicos dos resíduos sólidos provenientes de lodo de estação de tratamento de água do SAAE de Governador Valadares em mistura com o Solo I (Jazidas) e os resultados

são apresentados no ANEXO B. Dos parâmetros avaliados, todos atenderam a NBR 10.004-2004, exceto o parâmetro fenóis. Por ter apresentado fenóis acima dos limites estabelecidos pelo Anexo G da ABNT NBR 10.004:2004, o resíduo não é inerte. O resíduo classifica-se como *Não Perigoso Classe II A - Não Inerte*.

No entanto, a Resolução 430 do CONAMA, de 2011, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, assim como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes e resíduos. Esta resolução segue o procedimento reportado em Métodos Padrão para Exame de Águas e Rejeitos (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) e estabelece limites máximos para os diferentes poluentes nos corpos d'água. De acordo com essa legislação brasileira em vigor, um efluente de descarte de qualquer fonte poluidora deve ter concentração máxima de fenóis de 0,5 mg L⁻¹. Esse valor limite para fenóis está acima do verificado no laudo, em que se observou concentração de 0,47 mg l⁻¹. Além do mais, o solo tem ação condicionante, dessa forma, materiais contendo fenóis, quando incorporados ao solo serão degradados e tem meia-vida de um a 10 dias. Já em contato com a água, sua meia-vida é de 10 a 30 dias (ALMEIDA *et al.*, 2011, p. 432).

Os fenóis são compostos orgânicos caracterizados por terem uma ou mais hidroxilas no anel aromático. Essa molécula orgânica pode ser sintetizada, porém pode ser encontrada naturalmente em um tipo de carvão mineral, a hulha. Moléculas deste grupo orgânico podem ser utilizadas como fármacos, fungicidas e desinfetantes. Os fenóis são moléculas que possuem meia-vida curta e podem ser desativadas por vários processos químicos. Dentre os métodos de desativação existem a oxidação por ar úmido, degradação biológica e adsorção. (SANTIAGO JÚNIOR, 2010, p. 8-11). Esses tratamentos para desativação dos fenóis se tornam necessários quando o efluente de indústria é lançado em corpos hídricos, o que não é o caso desta pesquisa.

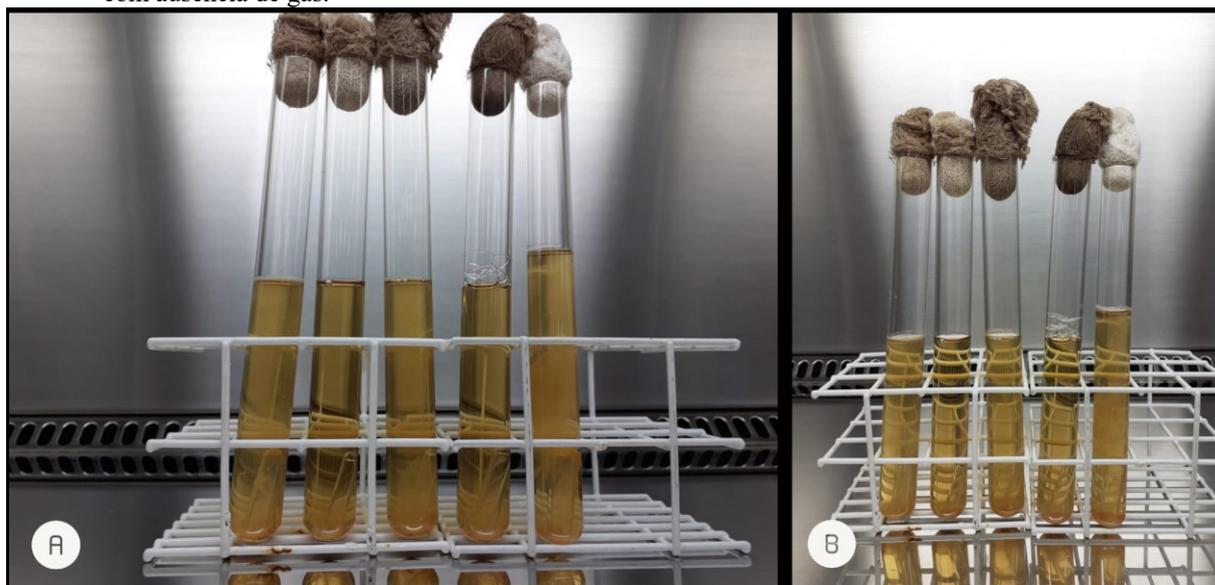
As análises microbiológicas (Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*) seguiram as metodologias da *United States Enviromental Agency* para Lodos (USEPA, 2006)⁶⁵ e utilizando a técnica do número mais provável (NMP), também conhecida como técnica de tubos múltiplos. Esta técnica consiste em um método de análise quantitativo para determinar o NMP do(s) microrganismo(s) alvo na amostra, através da inoculação de alíquotas dessa amostra em uma série de tubos, contendo um meio de cultura líquido adequado ao seu crescimento (SILVA, 2017, p. 75). Foram também utilizadas as

⁶⁵ Disponível em: <<https://www.epa.gov/>>. Acesso em: 11 jun 2021.

metodologias da APHA – *American Public Health Association* (2012) que é uma das metodologias sugeridas para análise de alimentos, pela resolução RDC, n. 12, (BRASIL, 2001, n.p.)⁶⁶. A Figura 32 apresenta a técnica NMP que considerou como valores de referência o máximo de 1/g.

Figura 32 – Técnica de Número mais provável (NMP).

- A) Tubos com caldo LST evidenciando ausência de crescimento de coliformes fecais, B) Tubos de Durham com ausência de gás.



Fonte: Fotos do Prof. Dr. Pedro Henrique Ferreira Marçal - Analista Técnico do Laboratório de Microbiologia da Univale.

Segundo a legislação, espera-se a ausência de coliformes totais nas análises microbiológicas, o que foi evidenciado no presente estudo, pela não produção de gás nos tubos de Durham da inoculação em caldo LST (Lauril sulfato triptose) de todas as polpas, lidas em 24h e 48h de incubação (ANEXO B). Neste estudo, não foi detectada a presença de gás em nenhum dos tubos analisados, o que indica conformidade neste parâmetro. Ou seja, não se comprova através do método habitualmente indicado, a contaminação por estes microrganismos no lodo da ETA de Governador Valadares.

Após acuradas avaliações técnicas e testes específicos de laboratório levando à conclusão da exequibilidade do uso dos resíduos do tratamento da água, o lodo da ETA, pode-se, então, passar aos estudos que levaram a estabelecer o dimensionamento do pavimento. Neste caso, provendo acessibilidade às pessoas com deficiência as quais transitam o ambiente

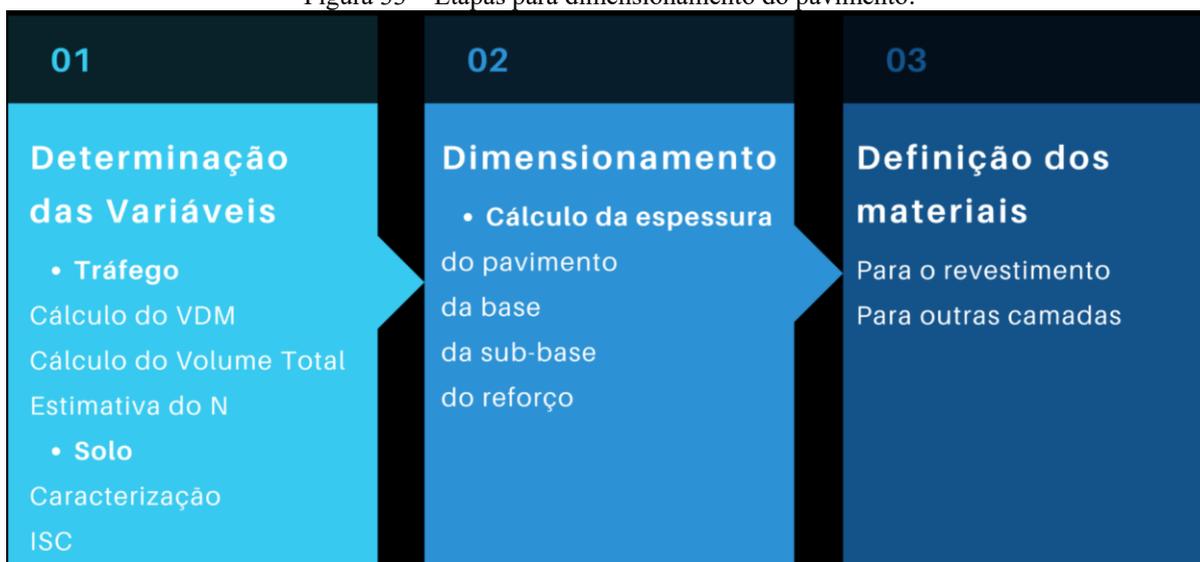
⁶⁶ Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-12-de-2-de-janeiro-de-2001.pdf/view>>. Acesso em: 12 jun 2021.

acadêmico da Universidade Vale do Rio Doce, bem como, contribuindo com a proteção ao meio ambiente, dando destino adequado ao lodo.

4.4.5 Dimensionamento do pavimento

O método para dimensionamento do pavimento é baseado em dados empíricos que se fundamentam na capacidade de suporte do subleito (solo da Univale), traduzida pelos ensaios de ISC (CBR) dos seus materiais constituintes e pelo tráfego em termos de número equivalente (N) de operações de um determinado eixo padrão, que de acordo com DNIT (2006, p. 57) é fixado em 8,2 t. E também com volume diário médio (VDM) de veículos mistos que passam por uma determinada seção viária nos dois sentidos de tráfego. As diversas camadas que irão constituir o pavimento são dimensionadas de forma a proteger o subleito e resistir à atuação das cargas dinâmicas causadas pelo tráfego. Para cumprimento desta metodologia seguiu-se as etapas apresentadas na Figura 33.

Figura 33 – Etapas para dimensionamento do pavimento.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Projeto de Pavimentação objetivou-se conceber e detalhar a estrutura do pavimento a ser executado na Univale tendo como base as normas e recomendações. Assim, procurou-se obter camadas do pavimento que suportem as solicitações impostas pelo tráfego, mantendo o conforto e a segurança dos usuários.

No Brasil, existem dois métodos de cálculo para dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto sugeridos pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), os quais são descritos na normativa da Prefeitura de São Paulo, IP-06 (SÃO PAULO, 2004). O uso desses procedimentos depende de um estudo detalhado das condições

da via a ser executado o pavimento, ficando a critério do engenheiro o uso ou não desses métodos, devendo o projeto ser aprovado pela prefeitura do município em questão.

Inicialmente, para ambos os procedimentos de cálculo propostos pela ABCP (1998), deve ser realizado um estudo geotécnico do subleito para a definição do Índice e Suporte Califórnia (ISC ou California Bearing Ratio – CBR), ou seja, da capacidade de suporte do solo ou do material de empréstimo caso utilizado. Deve ser feito também um estudo de tráfego para a definição do número “N” de solicitações equivalentes ao eixo simples padrão, representado por um eixo simples de rodagem dupla com 80kN, na via em estudo. Para os pavimentos intertravados, é considerada, no Brasil, uma carga máxima legal de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla.

A partir do estudo de caracterização do tráfego, é realizada a classificação da via a ser pavimentada de acordo com a normativa IP-02 (SÃO PAULO, 2004) da Prefeitura de São Paulo, que deve preceder a aplicação dos métodos de dimensionamento.

De acordo com esta normativa, o tráfego do projeto-piloto desta pesquisa foi considerado leve, ou seja,

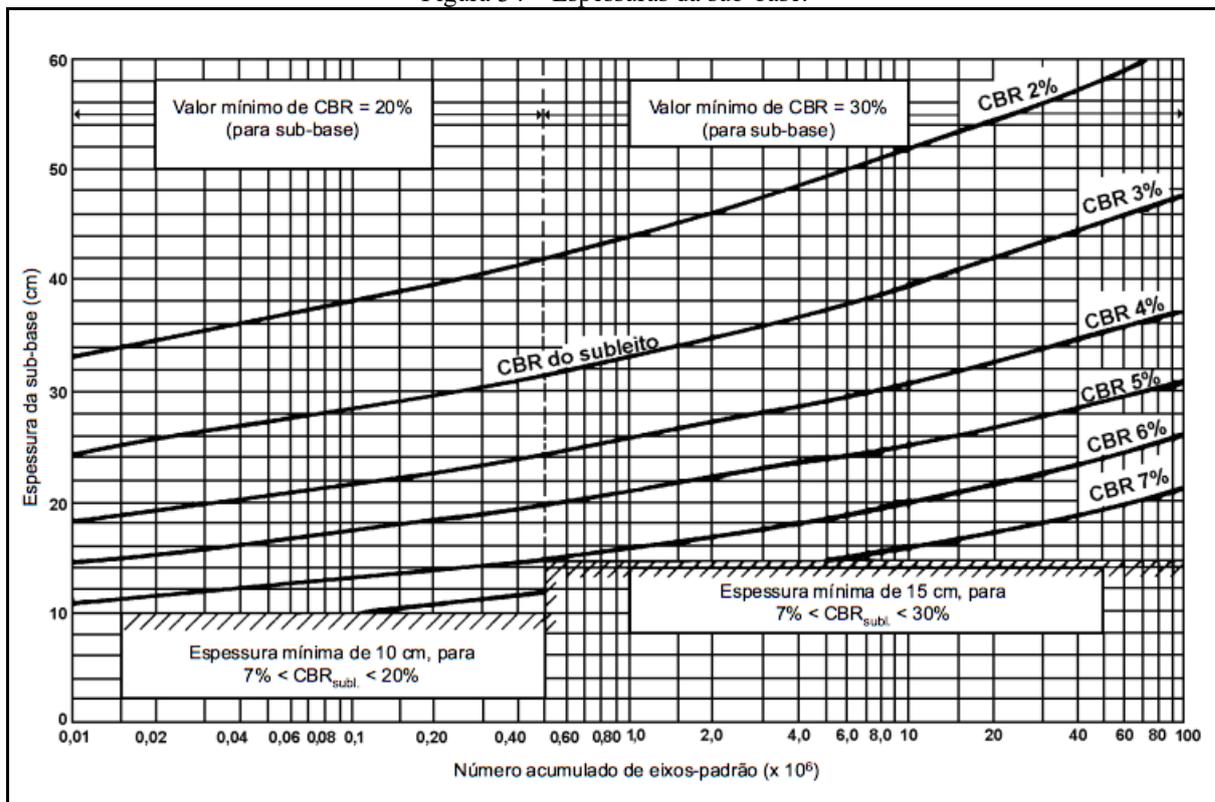
ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos (SÃO PAULO, 2004, p. 4).

Os métodos de dimensionamento preconizados pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) utilizam gráficos de leitura direta, os quais fornecem as espessuras necessárias para cada camada do pavimento. Depois de realizada a classificação da via a ser pavimentada, escolhe-se o procedimento de cálculo a ser utilizado em função do parâmetro “N”.

Para vias de tráfego muito leve e leve com “N” típico até 10^5 , por não necessitar de camada de base, é recomendado o uso do procedimento A (ABCP, 1998). Esse procedimento é uma adaptação feita pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) de um estudo técnico realizado pela *British Cement Association* (BCA), com a utilização de bases cimentadas. O método utiliza dois gráficos de leitura direta que fornecem as espessuras necessárias das camadas constituintes da estrutura do pavimento.

A Figura 34 fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do parâmetro “N” de solicitações. Para tráfego com $N < 1,5 \times 10^6$, que é o caso deste projeto-piloto, a camada de base não é necessária.

Figura 34 – Espessuras da sub-base.



Fonte: ABCP, 1998.

Para o dimensionamento do pavimento, considerou-se 10 anos de utilização. A partir dos dados de carregamento foram adotados os parâmetros de volume de tráfego para este projeto-piloto. Portanto, para o dimensionamento será admitido o valor de 1×10^5 para número “N” das vias locais com tráfego leve, sem perda em termos de coeficientes de segurança e durabilidade do pavimento.

O estudo geotécnico (caracterização física e mecânica) objetivou o detalhamento das condições do subleito (Solo I - Univale), visando à caracterização qualitativa e quantitativa das condicionantes e problemas geotécnicos existentes, para fins de redimensionamento do pavimento. Os resultados do Estudo Geotécnico foram apresentados anteriormente e os relatórios estão dispostos no ANEXO A.

Com o valor do CBR do subleito determina-se a espessura da sub-base. Como o valor encontrado foi de 28,30% e está entre 7% e 30% conforme definido pela ABCP (1998) (Figura 34), a espessura mínima para a sub-base é de 15 cm. Essa mesma norma estabelece que, tratando-se de tráfego leve, a espessura mínima da sub-base é de 10 cm. Considerando que o tráfego no estacionamento do E1 é leve, se adotará uma espessura de 10 cm para a

camada de sub-base. Quando $N < 5 \times 10^5$, o material de sub-base deve apresentar um valor de CBR maior que 20%, portanto, em conformidade com o parâmetro.

A camada de revestimento deve ser constituída por blocos que atendam às especificações da normativa ABNT NBR 9781. A espessura dos blocos é determinada em função do parâmetro “N” conforme a Tabela 10.

Tabela 10 – Espessura e resistência dos blocos de revestimento.

Tráfego	Espessura do revestimento	Resistência à compressão simples
$N < 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	25 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: SÃO PAULO, 2004.

Utilizando o Procedimento A e tendo como parâmetro de entrada o valor estimado do número “N” de 1×10^5 para as vias locais chegou-se à conclusão da adoção de um revestimento de blocos pré-moldados de concreto, com espessura mínima de 6 cm quando se destinam ao tráfego de pedestres e de 8 cm quando sujeito ao tráfego de veículos. A camada de assentamento, também conhecida como colchão de areia, terá a espessura de 4 cm conforme recomenda a ABCP (1998).

Com base nos parâmetros de tráfego e estudos geotécnicos, a estrutura do pavimento da calçada (A) e do estacionamento (B) que receberá e suportará os esforços transmitidos pelo tráfego é a apresentada na Figura 35.

Figura 35 – Detalhe do dimensionamento do pavimento
A: Calçada, B: Estacionamento.



Fonte: Elaborado por Gabrielle de Souza Onofre, estagiária do Escritório Modelo do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIVALE (2021).

A construção da pavimentação, além dos materiais advindos desta pesquisa, inclui investimentos que foram incluídos no planejamento orçamentário da mantenedora, a FPF,

para o ano de 2022. Conforme o Termo de Abertura de Projeto (ANEXO C), a previsão para conclusão das obras é até abril de 2022. Entretanto, com a enchente ocorrida em janeiro de 2022, que assolou o município de Governador Valares, inclusive a Univale, o cronograma das obras sofrerá alterações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta tese foram analisadas algumas possibilidades de uso do lodo proveniente da ETA do município de Governador Valadares - Minas Gerais, em misturas com solos, na construção de pavimentação, especificamente em obras destinadas a aumentar a acessibilidade aos espaços da UNIVALE para pessoas com deficiência, configurando-se como tecnologia em prol da transformação social e na proteção ao meio ambiente.

A questão que direcionou a pesquisa foi: em que medida é possível utilizar o lodo contaminado gerado pela ETA, com características peculiares que influenciam nas suas propriedades e no meio ambiente, como material agregado na pavimentação e adequação de vias, em obras destinadas a garantir a acessibilidade de pessoas com deficiências aos espaços da Univale? Para responder a essa pergunta, procurou-se promover o diálogo epistemológico entre a engenharia civil e as ciências humanas.

Nos últimos quatro anos, trilhou-se um caminho metodológico e epistemológico em um exercício contínuo na busca de uma resposta ao problema proposto. Esse problema está diretamente associado ao grande desastre ambiental provocado pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, no ano de 2015. Uma das consequências desse desastre, foi o aumento da quantidade de rejeitos que permaneceram no rio Doce, de onde o município capta a água que, depois de tratada, é distribuída a sua população. A partir desse contexto, procurou-se propor ações e/ou tecnologias sociais a favor da inclusão social, bem como da melhoria das condições hídricas do rio, fundamental para a qualidade de vida de tantas pessoas que dele dependem.

Em cada capítulo, há elementos do campo da ciências humanas e da engenharia que foram se somando e alinhando o percurso percorrido no estudo proposto ressaltando, em todo tempo, que o Município de Governador Valadares pós-desastre possui uma história em construção, tanto no campo legal, quanto na definição de novos rumos para o meio ambiente e para as pessoas com deficiência. Foi possível compreender que as limitações a essas pessoas são impostas pela sociedade.

O campo desta pesquisa foi a UNIVALE, uma universidade comunitária, filantrópica e sem fins lucrativos. Foi colocado em evidência sua missão, visão e proposta peculiar em ser referência como instituição educacional inovadora, comunitária e inclusiva. Percebeu-se em destaque o significativo percentual de pessoas com deficiência dentre seus alunos e funcionários, incluindo, inclusive, a possibilidade de existência de subnotificação, pois, em alguns casos, a própria pessoa não se sente confortável em expor sua limitação. Além disso,

outro destaque é que a instituição possui um Plano Institucional de Inclusão e Acessibilidade que foi construído em 2019 e atualizado em 2021.

Em função do grande volume de resíduos produzidos pela extração mineral, há uma crescente preocupação em se dar a esses um destino adequado, por se tratar de um material abundante em produtos minerais, mas também com alto potencial contaminante. A originalidade da pesquisa está em propor o uso de lodo, resultante do tratamento da água do rio Doce pela ETA de Governador Valadares – que possui rejeitos de minério, incluindo metais pesados, oriundos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana – em misturas de solos a serem utilizados como sub-base de pavimentação em espaços, possibilitando a acessibilidade para a pessoa com deficiência e, ao mesmo tempo, destinando de forma ambientalmente correta o material contaminado que é atualmente (re)lançado no rio.

Para se responder a questão problema assumida nesta tese, foi realizada a análise de caracterização química e ambiental do lodo da ETA, obtendo-se resultados satisfatórios, incluindo elementos químicos presentes, o pH e teor de matéria orgânica.

Ao analisar a composição química do lodo, com uma concentração variável de elementos potencialmente tóxicos e considerando que o seu pH ácido favorece a mobilidade destes elementos, foram realizados ensaios de classificação, lixiviação e solubilização. O objetivo foi o de classificar o resíduo identificado quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Assim, foram realizadas análises químicas dos parâmetros inorgânicos, pesticidas e parâmetros orgânicos dos resíduos sólidos provenientes de lodo em mistura com o solo I (Jazidas). Embora tenha mostrado a presença de fenóis, esses, quando incorporados ao solo, são degradados e têm meia-vida de 10 dias. Mesmo com meia-vida curta, eles podem ser desativados por vários processos químicos, dentre eles a oxidação por ar úmido, degradação biológica e adsorção.

Foram também realizadas análises microbiológicas cujos resultados não apresentaram presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Juntamente com os resultados da análise da composição química do solo, esses resultados permitiram atestar a segurança e efetividade do uso do lodo em misturas com solo.

Ensaio de caracterização física e mecânica dos solos e suas misturas com lodo foram realizados e apresentaram resultados satisfatórios. Entretanto, a Jazida II e o Saibro tiveram os melhores comportamentos com adição do lodo. Analisou-se então qual deles traria mais benefício ambiental. Diante dos resultados, pode-se concluir que o solo mais adequado a ser misturado ao lodo é o da jazida II, uma vez que esse demandaria um maior volume de lodo para execução da camada de sub-base, o que representa uma redução também maior no

volume desse resíduo a ser lançado nos mananciais hídricos. Os resultados foram satisfatórios quanto ao uso do lodo, cumprindo aqui um dos principais objetivos que seria dar uma destinação mais adequada para os resíduos do tratamento de água.

A partir das acuradas avaliações técnicas e testes específicos realizados em laboratório, pode-se atestar a exequibilidade do uso dos resíduos do tratamento da água – o lodo da ETA – como sub-base de pavimentação. Deste modo, é possível responder a questão proposta no início do trabalho, sendo possível propor uma tecnologia social que relacione e mitigue duas adversidades: o impacto ambiental causado pelo rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão e a falta da garantia do direito de ir e vir da pessoa com deficiência física. Trata-se, portanto, do uso de uma tecnologia social em benefício do meio ambiente e das pessoas – em especial, daquelas com deficiência física – e que, embora tenha sido desenvolvida para ser aplicada em ambientes da Univale, não precisa ficar restrita ao ambiente acadêmico, podendo ser empregada em todo e qualquer lugar em que se busque mitigar dificuldades das pessoas com deficiência.

E em relação à Univale, o uso da tecnologia social é mais uma forma da universidade cumprir a sua missão de “construir e compartilhar o conhecimento por meio da formação de profissionais competentes, éticos e comprometidos com o desenvolvimento humano e regional”, bem como estar em consonância com sua visão de “ser referência como instituição educacional inovadora, comunitária e inclusiva”.

Ao término, se faz necessário dizer da enorme satisfação pessoal e da oportunidade que os desafios e os aprendizados na trajetória desta tese trouxeram para o meu crescimento como ser humano. Por ser da área de exatas e, por meio dela, conseguir utilizar de uma tecnologia social e inclusiva, este estudo trouxe para mim uma especial realização profissional e humana. Encontrar uma forma da ciência exata trazer o que é intangível mais do que excepcional, é maravilhoso.

As palavras finais são gratidão e sonho de novos estudos tão desafiadores quanto este!

REFERÊNCIAS

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. Department of Health & Human Services **Toxicology Profile for Chromium**. U.S., 2008. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/csem/chromium/where_is_chromium_found.html>. Acesso em: 06 nov. 2021.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. Department of Health & Human Services **Tox FAQs for Copper**. U.S., 2004. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts132.html>. Acesso em: 07 nov. 2021.

ALMEIDA, Maria Clarinda de Araújo; *et al.* Concentração de fenol em resíduos de laboratórios de análises clínicas. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, Brasil, 20, agosto, 2011, vol. 47, núm.4. Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/3935/393541961007.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2021.

AMBIOS Engenharia e Processos Ltda. Estudo de avaliação de risco à saúde humana em localidades atingidas pelo rompimento da Barragem do Fundão - MG. **Relatório Final**. São Paulo, 2019. p. 369. Disponível em: <<https://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2016/10/ambiosarshmarianaebarralongafinal20190417.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

ANDRADE, Luana Caetano Rocha de; MARQUES, Eduardo Antonio Gomes; PEIXOTO, Ricardo André Fiorotti. Perspectivas para o reaproveitamento de rejeitos da mineração de ferro como materiais de construção. **Revista Geografias**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 33-44, jun. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13413/10645>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

ANDREOLI, C. V. **Alternativas de Uso dos Resíduos do Saneamento**. p. 416. Curitiba: PROSAB, 2006. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>>. Acesso em: 27 jul. /2021.

ARENDDT, Hannah. **Entre o passado e o futuro**. 7ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2014. p. 350.

ARISTIMUNHO, P. B., BERTOCINI, S. R. Aplicação de lama de minério de ferro em forma de pó na presença de cimento Portland. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 153-165, abr. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/riem/a/kQkcyFXsRyqWxQmDB96CVLg/?format=pdf&lang=pt.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

ARNS, Flávio. Comissão de Direitos Humanos e Legislação Participativa. Do parecer sobre o **Projeto de Lei do Senado nº 6, de 2003**, que Institui o Estatuto do Portador de Deficiência e dá outras providências. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4273431&ts=1630444738990&disposition=inline>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - **Estudo Técnico:** Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto. ET-27. São Paulo, 1998. p. 32. Disponível em: <https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/ET-27_Pavimentacao_pecas_premoldadas.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:** Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaço e equipamentos urbanos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BARRETO, Maria Laura. **Mineração e desenvolvimento sustentável:** desafios para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. p. 215. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/690/1/desenv_sustentavel.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

BAUMAN, Zygmunt. **Amor líquido:** sobre a fragilidade dos laços humanos. 1ª ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2004. p. 133.

BAVA, Caccia. Silvio. Tecnologia social e desenvolvimento local. In: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (org.) **Tecnologia social:** uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: FBB, 2004. p. 103-116. Disponível em: <https://fbb.org.br/pt-br/?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=14&id=72&Itemid=1000000000000>. Acesso em: 15 abr. 2021.

BIANCHETTI, L.; FREIRE, I. M. (Orgs.). **Um olhar sobre a diferença:** interação, trabalho e cidadania. 11ª Edição. Papirus Editora - 2010. p. 228.

BOWKER, L. N.; CHAMBERS, D. M. The Risk, Public Liability, & Economics of Tailings Storage Facility Failures. July 21, 2015 In: CSP2 - **Center for Science in Public Participation.** Montana. U. S. Disponível em: <<http://www.csp2.org/files/reports/Bowker%20%26%20Chambers%20-%20RiskPublic%20LiabilityEconomics%20of%20Tailings%20Storage%20Facility%20Failures%20%E2%80%93%2023Jul15.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2020.

BRANDÃO, Débora Soares; *et al.* **Química e Fertilidade do Solo.** Porto Alegre: Sagra, 2021. p. 350.

BRANS, Isolde Helena. Processo de “Reavaliação da Inconfidência”. In: O Alferes. **Revista Trimestral da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 10, p. 45-48, Edição Especial, abr. 1992, ISSN 0103-8125. Disponível em: <<https://revista.policiamilitar.mg.gov.br/index.php/alferes/issue/view/101>>. Acesso em: 25 set. 2021.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 28 mai. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989**. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. Brasília, DF, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7853.htm>. Acesso em: 30 mai. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990**. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Brasília, DF, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18069.htm>. Acesso em: 30 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991**. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Brasília, DF, 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18213cons.htm>. Acesso em: 30 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 8.742, de 07 de dezembro de 1993**. Dispõe sobre a organização da Assistência Social e dá outras providências. Brasília, DF, 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18742.htm>. Acesso em: 30 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994**. Concede passe livre às pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual. Brasília, DF, 1994. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8899.htm>. Acesso em: 13 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 20 maio. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm>. Acesso em: 25 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999**. Regulamenta a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm>. Acesso em: 30 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000**. Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica,

e dá outras providências. Brasília, DF, 2000a. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110048.htm>. Acesso em: 30 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 3.691, 19 de dezembro de 2000**. Regulamenta a Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994, que dispõe sobre o transporte de pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual. Brasília, DF, 2000b. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3691.htm>. Acesso em: 31 maio 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000**. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2000c. Disponível em:
<<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-10098-19-dezembro-2000-377651-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 23 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 3956 de 8 de outubro de 2001**. Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/guatemala.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004**. Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2004. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 31 maio 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 5.493, de 18 de julho de 2005**. Regulamenta o disposto na Lei Nº 11.096, de 13 de janeiro de 2005. Brasília, DF, 2005. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5493.htm>. Acesso em: 03 de dez. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Ministério da Educação. **Decreto nº 5.773, de 9 de maio de 2006**. Dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino. Brasília, DF, 2006. Disponível em:
<<http://www2.mec.gov.br/sapiens/portarias/dec5>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

BRASIL. Congresso Nacional. **Decreto Legislativo nº 186, de 9 de julho de 2008**. Aprova o texto da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e de seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova Iorque, em 30 de março de 2007. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/CONGRESSO/DLG/DLG-186-2008.htm>. Acesso em: 03 jun. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009**. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos

das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm>. Acesso em: 03 jun. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF, 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 25 jul. 2019.

BRASIL. Presidência da República. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Política Nacional da Pessoa com Deficiência**. Brasília, 2010b. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_pessoa_com_deficiencia.pdf>. Acesso em: 02 out. 2021

BRASIL. Presidência da República. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: <<https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/PORTARIA%20No-%202.914,%20DE%2012%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202011.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Secretaria dos Direitos Humanos da Presidência da República. **Avanços das políticas públicas para as pessoas com deficiência**. Uma análise a partir das Conferências Nacionais. 1ª Edição - Brasília 2012. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdh/pt-br/centrais-de-conteudo/pessoa-com-deficiencia/avancos-das-politicas-publicas-para-as-pessoas-com-deficiencia>>. Acesso em: 16 maio 2021.

BRASIL. Presidência da República. Ministério da Saúde. **Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência**. Brasília, 2013. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/folder/rede_cuidado_pessoa_com_deficiencia.pdf>. Acesso em: 02 out. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Acesso em: 12 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Resumo Técnico: Censo da Educação Superior 2016**. Brasília: INEP, 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/centso_superior/resumo_tecnico/resumo_tecnico_censo_da_educacao_superior_2016.pdf>. Acesso em: 03 de dez. de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Radar SIT. **Painel de Informações e Estatísticas da Inspeção do Trabalho no Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://sit.trabalho.gov.br/radar/>>. Acesso em: 10 de dez. 2019.

BRASIL. Ministério Público Federal. MPF - **Parecer Técnico N° 18/2019 sobre a contaminação na Bacia do Rio Doce**. Institutos Lactec. 2019a Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/relatorios-lactec/lactec_parecer-tecnico-no18-sobre-contaminacao-na-bacia-do-rio-doce/view>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BRASIL. Ministério Público Federal. MPF - **Parecer Técnico N° 25/2019 sobre a avaliação da água bruta e da água para o consumo humano à luz dos padrões de qualidade estabelecidos no Brasil, tendo em vista as alterações ambientais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG**. Institutos Lactec. 2019b Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/relatorios-lactec/lactec_parecer-tecnico-n25_avaliacao-da-agua-bruta-e-da-agua-para-o-consumo-humano.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 10.177, de 16 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre o Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência. 2019c. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D10177.htm>. Acesso em: 02 de abr. de 2019.

BRASIL. Ministério Público Federal. MPF. Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão na Bacia do Rio Doce e Região Costeira Adjacente – **Resumo Executivo**. Institutos Lactec, 2020. Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/relatorios-lactec/resumo-executivo-diagnostico/view>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

BURLEIGH, Michael. **Deathe and Deliverance: “Euthanasia” in Germany c. 1990 to 1945**. London School of Economics and Political Science. Cambridge, U.S.: Cambridge University Press, 1994. p. 373.

CAMPANHA, Ângela. **Caracterização de rejeitos de minério de ferro para uso em pavimentação**. Viçosa, 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa.

CARNEIRO, Erica Mariosa Moreira. Linha do tempo: as primeiras 26 horas. In: CALDAS, G. (Org.). **Vozes e silenciamentos em Mariana: crime ou desastre ambiental?**. 2. ed. Campinas: BCCL/UNICAMP, 2018. p. 76-100.

CARVALHO, José Murilo de. **Cidadania no Brasil: O longo caminho**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002. p. 236.

CASTRO, Paulo de Tarso Amorim; JÚNIOR, Hermínio Arias Nalini; LIMA, Hernani Mota. **Entendendo a mineração no Quadrilátero Ferrífero/Understanding mining around the Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: Ecológico, 2011. Disponível em: <<https://sites.ufop.br/qfe2050/publications/entendendo-mineracao-no-quadrilatero-ferrifero>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

COELHO, André Luiz Nascentes. **Alterações hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES**. 2007. 227 f. Tese (Doutorado em Geografia) Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Niterói. Universidade Federal Fluminense.

COGGIOLA, Osvaldo. **A Segunda Guerra Mundial: Causas, Estrutura, Consequências**. 1.ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. p. 434. *E-book* Kindle.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE. **Dados**. Governador Valadares, MG: CBH, 2012.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ficha de informação toxicológica - Bário**. 2017. p. 2. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Bario.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. Definição da planície de inundação da cidade de Governador Valadares. **Relatório Final**. 2004. p. 128. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/sace/conteudo/manchas_inundacao/gvaladares/relatorio.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 22 set. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília: CONAMA, 2009. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=601>. Acesso em: 15 set. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 430, de 16 de maio de 2011**. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Brasília: CONAMA, 2011. Disponível em: <<http://conama.mma.gov.br/component/sisconama/?view=atosnormativos>>. Acesso em: 22 set. 2019.

COSTA, Álvaro José Calheiros da. **Análise de viabilidade da utilização de lodo da ETA coagulado com cloreto de polialumínio (PAC) composto com areia como agregado miúdo em concreto para recomposição de calçadas: estudo de caso na ETA do município de Mirassol - SP**. 2011. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação e Área de Concentração em Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DAGNINO, Renato. **Tecnologia Social**: contribuições conceituais e metodológicas. Campina Grande: EDUEPB, 2014, p. 318. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/7hbd/pdf/dagnino-9788578793272.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de pavimentação**. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006. p. 274. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/719_manual_de_pavimentacao.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019.

DORTA, Daniel Junqueira; *et al.* **Toxicologia Forense**. São Paulo: Blucher, 2018. p. 750.

DIRCHER, M.; TREVISAM, E. A jornada histórica da pessoa com deficiência: inclusão como exercício do direito à dignidade da pessoa humana. In: XXIII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI. 23., 2014, João Pessoa. **Anais grupo de trabalho sobre Direitos Fundamentais e Democracia III**. Florianópolis: CONPEDI, 2014. Disponível em: <<http://publicadireito.com.br/artigos/?cod=572f88dee7e2502b>>. Acesso em: 08 mai. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Informe Mineral 1º/2015**. Brasília: DNPM, Novembro 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/informes/informe-mineral-2015-1o-semester>>. Acesso em: 25 set. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário Mineral-2016**. Brasília: DNPM, 2016. v. 36.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas-2017**. Brasília: DNPM, 2018b.

DUQUE, Thais Oliveira; VALADÃO, José de Arimatéia Dias. Abordagens teóricas de tecnologia social no Brasil. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 5, p. 1-19, 2017.

ESPINDOLA, H. S. **Sertão do Rio Doce**. Governador Valadares: UNIVALE, 2005.

ESPINDOLA, H. S.; FERREIRA, N. M.; MIFARREG, J. E. G. Território da mineração: uma contribuição teórica. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio Janeiro, v. 62, n. 2, p. 67-93, jul./dez. 2017.

ESPINDOLA, Haruf Salmen.; GUERRA, Cláudio Bueno. Desastre da Samarco/Vale/BHP: uma tragédia em diferentes atos. **Revista do Lhiste**, Porto Alegre, v. 4, n. 6, p. 221-235, jan./dez. 2017.

ESPÍNDOLA, Marcos Aurélio; NODARI, Eunice Sueli. Desastres ambientais e políticas públicas em santa catarina. In: XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH. 26, 2011. **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH**. São Paulo: ANPUH-SP, 2011. Disponível em: <http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1300887241_ARQUIVO_DesastresAmbientePolíticasPublicasemSantaCatarina.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2019.

FONTES, Wanna Carvalho. **Utilização do rejeito de barragem de minério de ferro como agregado reciclado para argamassas de revestimento e assentamento**. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, 2013.

FOUCAULT, Michel. **Ditos e escritos: Estratégia Poder-Saber**. Tradução de Elisa Monteiro. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1974. (Arqueologia das ciências e história dos sistemas de pensamento: v. 2)

FOUCAULT, Michel. **Os Anormais: curso no Collège de France (1974-1975)**. 2. ed. Trad. Eduardo Brandão. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2010.

FRANZOI Adriana, BALDIN Nelma. Agenda 21 Escolar: impactos em educação, meio ambiente e saúde. **Cadernos de Educação FaE/PPGE/UFPel**. 2009; 34:97-118 Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/163>>. Acesso em: 02 de novembro de 2011.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

GALEANO, Eduardo. **As veias abertas da América Latina**. Trad. Sérgio Franco. 1ª ed. Porto Alegre: L&PM, 2010. p. 396.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da Modernidade**. Trad. Raul Fiker. São Paulo: Editora UNESP, 1991, p. 156.

GIDDENS, Anthony. **Modernidade e identidade**. Trad. Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2002, p. 224.

GENOVEZ, Patrícia Falco; VILARINO, Maria Terezinha Bretas; SUPERBI, Roberto. Populações ribeirinhas e o processo de urbanização: o horizonte histórico das enchentes em Governador Valadares a partir do Jornal Diário do Rio Doce. In: XVIII ENCONTRO REGIONAL (ANPUH-MG): Dimensões do Poder na História. 18., 2012 Ouro Preto: EDUFOP. **Anais do XVIII Encontro Regional (ANPUH-MG)**. Ouro Preto: EDUFOP, 2013. p. 12. Disponível em: <http://www.encontro2012.mg.anpuh.org/resources/anais/24/1340661306_ARQUIVO_PopulacoesRibeirinhaseprocessodeurbanizacao.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2019.

GIRONDI, Juliana Balbinot Reis; SANTOS, Silvia Maria Azevedo dos. O cuidado de si no contexto da pessoa com deficiência. **R. Enferm. UFMS**, v. 1, n. 3, p. 48-488, set./dez. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reufsm/article/view/2891/2411>>. Acesso em: 22 set. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 4.943, de 27 de dezembro de 2001**. Dispõe sobre o Conselho Municipal da Pessoa com Deficiência e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2001. Disponível em: <<https://c-mara-municipal-de-governador-valadares.jusbrasil.com.br/legislacao/318127/lei-4943-01>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 5.296, de 12 de março de 2004.** Institui no Município de Governador Valadares, o evento denominado Semana Cultural do Artista Especial. Governador Valadares, MG, 2004. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-5296-2004/6170>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 5.501, de 15 de dezembro de 2005.** Institui no Município a Semana do Artista Especial e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2005. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-5501-2005/6378>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei Complementar nº 132, de 21 de dezembro de 2009.** Autoriza o Poder Executivo Municipal a conceder desconto no recolhimento dos tributos que especifica e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2009a. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-complementar-132-2009/8861>>. Acesso em: 18 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.058, de 23 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre a criação do passe livre no transporte coletivo público municipal às pessoas com deficiência e seu acompanhante e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2009b. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6058-2009/6921>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.128, de 22 de setembro de 2010.** Dispõe sobre a reserva de vantagem em apartamentos térreos para idosos e pessoas portadoras de necessidades especiais nos conjuntos populares e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2010. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6128-2010/6990>>. Acesso em: 19 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.127, de 22 de setembro de 2010.** Determina a adequação de provadores de roupas, indumentárias e similares para os portadores de deficiência física e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2010. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6127-2010/6989>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.399, de 06 de setembro de 2013.** Institui o agendamento telefônico de consultas para pacientes idosos e para pessoas com deficiência cadastradas nas Unidades de Saúde do Município de Governador Valadares e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2013. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6399-2013/7230>>. Acesso em: 18 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.457, de 07 de janeiro de 2014.** Altera o parágrafo único do artigo 1º da Lei 6.399, de 06 de setembro de 2013, que institui o agendamento telefônico de consultas para pacientes idosos e para pessoas com deficiência cadastradas nas unidades de saúde do Município de Governador Valadares e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2014a. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6457-2014/14>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.524, de 16 de maio de 2014.** Autoriza a criação de uma central de empregos para pessoas com deficiência no âmbito do Município de Governador Valadares e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2014b. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6524-2014/74>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.556, de 1º de setembro de 2014.** Institui no âmbito do município de Governador Valadares a campanha multa moral nos estacionamentos públicos e privados e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2014c. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6556-2014/190>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.636, de 24 de junho de 2015.** Aprova o plano municipal de educação - PME e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2015a. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6636-2015/423>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.686, de 23 de dezembro de 2015.** Dispõe sobre fixação de cartaz ou placa, em revendedoras e concessionárias de veículos automotores, informando as isenções concedidas às pessoas com deficiência e moléstias graves, e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2015b. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6686-2015/552>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. Produto 6. **Relatório Final.** Prefeitura Municipal de Governador Valadares. Governador Valadares: PMSB, 2015c.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Decreto nº 10.381, de 16 de maio de 2016.** Dispõe sobre os critérios da participação e seleção das famílias no Programa “Minha Casa, Minha Vida” e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2016a. Disponível em: <http://www.valadares.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Decreto_10381_2016?cdLocal=5&arquivo={BDC2A8ED-0C1B-5D7A-CEEC-3DBB4EB3EC}.pdf>. Acesso em: 19 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Decreto nº 10.399, de 25 de julho de 2016.** Regulamenta a Lei nº 4.641, de 23 de julho de 1.999, e suas posteriores alterações, que institui o Sistema de Estacionamento Rotativo Pago – “Zona Azul” - de veículos nas vias e logradouros públicos do município de Governador Valadares e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2016b. Disponível em: <http://www.valadares.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Decreto_10399_2016?cdLocal=5&arquivo={CB74AC3B-73A3-8EA7-2CAE-0CEEC7836D7E}.pdf>. Acesso em: 19 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.722, de 04 de agosto de 2016.** Dispõe sobre alterações na Lei nº 6058, de 23 de dezembro de 2009, que dispõe sobre a criação do passe livre no transporte coletivo público municipal às pessoas com deficiência e seu acompanhante. Governador Valadares, MG, 2016c. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6722-2016/683>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Decreto nº 10.445, de 18 de novembro de 2016.** Regulamenta a Lei nº 6.058, de 23 de dezembro de 2009, na conformidade da Lei nº 6.722, de 04 de agosto de 2016, que “Dispõe sobre a criação do Passe Livre no Transporte Coletivo Público Municipal às Pessoas com Deficiência e seu Acompanhante”. Governador Valadares, MG, 2016d. Disponível em: <http://www.valadares.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Decreto_10445_2016?cdLocal=5&arquivo=%7B605EB4ED-EE1E-CD03-E07C-41DECBDC73EA%7D.pdf>. Acesso em: 18 de jun. 2019.

GOVERNADOR VALADARES (Cidade). **Lei nº 6.834, de 27 de outubro de 2017.** Dispõe sobre a Política Municipal de Turismo e dá outras providências. Governador Valadares, MG, 2017. Disponível em: <<http://www.valadares.mg.gov.br/detalhe-da-legislacao/info/lei-ordinaria-6834-2017/7664>>. Acesso em: 21 de jun. 2019.

GRUPO INDEPENDENTE PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL. **Relatório: Análises realizadas in situ – Análises físico-químicas do rio Doce e afluentes sob influência dos rejeitos provenientes no rompimento da barragem de Fundão da Empresa Samarco.** s.l.: s.n., 2015. Disponível em: <http://giaia.eco.br/wp-content/uploads/2016/03/GIA_IA_relatorioParcial_mar2016.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GUGEL, Aparecida. Maria. **Pessoas com deficiência e o direito ao trabalho: Reserva de cargos em empresas, Emprego apoiado.** Florianópolis: Editora Obra Jurídica, 2007. p. 257.

GUIMARÃES, C. M. ; MORAIS, C. F. Mineração, degradação ambiental e arqueologia. Minas Gerais, Brasil Século XVIII. **Memória Americana**, v. 26, n. 2, p. 82-101, jul./dez. 2018.

HATJE, V.; PEDREIRA, R. M. A.; REZENDE, C. E.; SCHETTINI, C. A. F.; SOUZA, G. C.; MARIN, D. C.; HACKSPACHER, P. C. The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. **Scientific Reports**, 7, p. 1-13, 2017. Disponível em: <www.nature.com/scientificreports>. Acesso em: 15 de mai. 2019.

HILL, Napoleon. **Mais esperto que o diabo: o mistério revelado da liberdade e do sucesso.** 13.ed. Porto Alegre: Citadel, 2014. p. 208.

HORA, A. M.; DIAS, C. A.; GUEDES, G. R.; COSTA, A. S. V.; FERRARI JÚNIOR, M. J. Da Exploração econômica da Bacia Hidrográfica do Rio Doce ao atual processo de degradação de seus recursos hídricos. In: GUEDES, G. R.; OJIMA, R. (Eds.). **Território, Mobilidade Populacional e Ambiente.** Governador Valadares: UNIVALE, 2012, p. 201-234.

HUNT, L. **A invenção dos direitos humanos: uma história.** Tradução de Rosaura Eichenberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2009. p. 142.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2010.** Brasília: IBGE, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** Brasília: IBGE, 2017. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Encarte especial sobre a qualidade das águas do Rio Doce após 3 anos do rompimento da Barragem de Fundão: 2015-2018**. Belo Horizonte: IGAM, 2018. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/1-ultimas-noticias/2014-igam-lanca-encarte-especial-sobre-qualidade-da-agua-no-rio-doce>>. Acesso em 22 jun. 2019.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Lauda Técnico Preliminar: impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Minas Gerais: IBAMA, 2015. Disponível em: <<https://jornalismosocioambiental.files.wordpress.com/2016/01/laudo-preliminar-do-ibama-sobre-mariana.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Tecnologia Social no Brasil: direito à ciência e ciência para cidadania. Caderno de Debate**. São Paulo: Instituto de Tecnologia Social (ITS): 2004. Disponível em: <<http://itsbrasil.org.br/conheca/publicacoes/cadernos/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Caderno Tecnologia Social: conhecimento e cidadania I**. São Paulo: Instituto de Tecnologia Social (ITS): 2007. Disponível em: <<http://itsbrasil.org.br/conheca/publicacoes/cadernos/>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

JUNCÁ, F. A.; PAVAN, D.; JESUS, T. B.; ETEROVICK, P. Girinos como bioindicadores da qualidade da água do rio Doce. **Relatório Final Greenpeace**. 2017. p. 33. Disponível em: <https://www.greenpeace.org.br/hubfs/Campanhas/Agua_Para_Quem/documentos/GP_girino_sbioindicadoresRioDoce.pdf?_ga=2.136229873.1350065185.1604537384-820497856.1604537384>. Acesso em: 16 jun. 2021.

KATAYAMA, Victor Takazi. **Quantificação da produção de lodo de estações de tratamento de água de ciclo completo: uma análise crítica**. 2012. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, São Paulo, 2012.

KLAASSEN, C. D.; WATKINS III., J. B. **Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull (Lange)**. Porto Alegre, RS, Grupo A, 2012. 9788580551327

LEFF, Enrique. **Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes**. Trad. Silvana Cobucci Leite. São Paulo: Cortez Editora, 2012, p. 136.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª. ed. Campinas: Átomo, 2010. p. 496.

MAIA, F. F. **Elementos traços em sedimentos e qualidade da água de rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, MG**. Viçosa. 2017. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11562>>. Acesso em: 18 out. 2021.

MARSHALL, T. H. **Cidadania, classe social e status**. Trad. Meton Porto Gadelha. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1967, p. 114.

MATSCHULLAT, Jorg. **Arsenic in the geosphere – a review**. *The Science of the Total Environment*, 249 (2000), p. 297 - 312 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969799005240?casa_token=_Sf9iqXhn34AAAAA:gfwmtL-R9SL9ta0vG1d-CIIHUVm-_jTnIUsm1hhHlK0erxiLEAx_y8q7bY-sfpOpAVQ9YJZmNccI>. Acesso em: 02 nov. 2021

MILANEZ, Bruno; LOSEKANN, Cristina. **Desastre no Vale do Rio Doce Antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. Rio de Janeiro: Folio Digital, 2016. p. 437.

MINAS GERAIS (Estado). [Constituição (1989)]. **Constituição do Estado de Minas Gerais, de 21 de setembro de 1989**. Minas Gerais, MG, 1989. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=CON&num=1989&ano=1989>>. Acesso em: 11 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Lei nº 11.666, de 09 de dezembro de 1994**. Estabelece normas para facilitar o acesso dos portadores de deficiência física aos edifícios de uso público. Minas Gerais, MG, 1994. Disponível em: <<http://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-11666-1994-minas-gerais-estabelece-normas-para-facilitar-o-acesso-dos-portadores-de-deficiencia-fisica-aos-edificios-de-usage-publico-de-acordo-com-o-estabelecido-no-art-227-da-constituicao-federal-e-no-art-224-1-1-i-da-constituicao-estadual>>. Acesso em: 11 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Lei nº 15.259, de 27 de julho de 2004**. Institui sistema de reserva de vagas na universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG – e na Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes – para os grupos de candidatos que menciona. Minas Gerais, MG, 2004a. Disponível em: <<http://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-15259-2004-minas-gerais-institui-sistema-de-reserva-de-vagas-na-universidade-do-estado-de-minas-gerais-uemg-e-na-universidade-estadual-de-montes-claros-unimontes-para-os-grupos-de-candidatos-que-menciona>>. Acesso em: 13 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Decreto 43.926, de 09 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei nº 11.666, de 9 de dezembro de 1994, e institui o Programa Acessibilidade Minas. Minas Gerais, MG, 2004b. Disponível em: <<http://leisestaduais.com.br/mg/decreto-n-43926-2004-minas-gerais-regulamenta-a-lei-no-11-666-de-9-de-dezembro-de-1994-e-institui-o-programa-acessibilidade-minas-para-facilitar-o-acesso-de-pessoas-portadoras-de-deficiencia-fisica-ou-com-mobilidade-reduzida-a-edificios-de-usage-publico-de-propriedade-do-estado>>. Acesso em: 13 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Decreto Sem Número, de 24 de agosto de 2005a**. Convoca a 1ª conferência Estadual dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Minas Gerais, MG, 2005a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DSN&num=1214&comp=&ano=2005&aba=js_textoOriginal#texto>. Acesso em: 15 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Decreto Sem Número, de 29 de setembro de 2005b**. Convoca a 1ª conferência Estadual dos Direitos da Pessoa com Deficiência e dá outras providências. Minas Gerais, MG, 2005b. Disponível em:

<<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DSN&num=1313&comp=&ano=2005>>. Acesso em: 15 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Lei nº 18.184, de 02 de junho de 2009**. Estabelece normas para a eventual realização de jogos das olimpíadas de 2016 no território do Estado. Minas Gerais, MG, 2009. Disponível em: <<http://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-18184-2009-minas-gerais-estabelece-normas-para-a-eventual-realizacao-de-jogos-das-olimpiadas-de-2016-no-territorio-do-estado>>. Acesso em: 15 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Resolução nº 5344, de 04 de março de 2011**. Cria a Comissão de Defesa dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Minas Gerais, MG, 2011. Disponível em: <<https://linker.lexml.gov.br/linker/processa?urn=urn:lex:br;minas.gerais:assembleia.legislativa:resolucao:2011-03-04;5344&url=http%3A%2F%2Fwww.almg.gov.br%2Fconsulte%2Flegislacao%2Fcompleta%2Fcompleta.html%3Ftipo%3DRAL%26num%3D5344%26comp%3D%26ano%3D2011>>. Acesso em: 16 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Resolução nº 5350, de 19 de dezembro de 2011**. Institui a Política de Acessibilidade Para a Pessoa com Deficiência ou com Mobilidade Reduzida no âmbito da assembleia legislativa. Minas Gerais, MG, 2011b. Disponível em: <<https://linker.lexml.gov.br/linker/processa?urn=urn:lex:br;minas.gerais:assembleia.legislativa:resolucao:20111219;5350&url=http%3A%2F%2Fwww.almg.gov.br%2Fconsulte%2Flegislacao%2Fcompleta%2Fcompleta.html%3Ftipo%3DRAL%26num%3D5350%26comp%3D%26ano%3D2011>>. Acesso em: 16 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Decreto nº 46.160, de 22 de fevereiro de 2013**. Regulamenta o regime diferenciado de contratações públicas, no âmbito do poder executivo. Minas Gerais, MG, 2013. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=46160&comp=&ano=2013>>. Acesso em: 16 de jun. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). Ministério Público do Estado de Minas Gerais. Procuradoria Geral da Justiça. CEAT - Central de Apoio Técnico. 2016 **Laudo Técnico**. Inquérito Civil nº 0105.15.002048-2: qualidade da água no município de Governador Valadares, após o desastre ambiental causado pelo rompimento das barragens da SAMARCO MINERAÇÃO S/A. Disponível em: <file:///Users/AdrianaCoelho/Downloads/GOV%20-%20laudo%20Ceat%20-%20_gua.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MOREAU, Regina Lúcia de Moraes; SIQUEIRA, Maria Elisa Pereira Bastos de. **Toxicologia Analítica**. 2. ed. p. 301. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

NÓBREGA, Patrícia Teixeira. **Selênio e a importância para o organismo humano – Benefícios e controvérsias**. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa. Porto, 2015. Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/5418/1/PPG_20039.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.

NOCITI, Denyse Meirelles. **Aproveitamento de rejeitos oriundos da extração de minério de ferro na fabricação de cerâmicas vermelhas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Materiais) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2011.

NORDBERG, Gunnar F.; FOWLER, Brunce A.; NORDBERG, Mônica.; FRIBERG, Lars T. (eds): **Handbook on the Toxicology of Metals**, 3rd ed. Boston: Academic Press, 2007.

OLIVEIRA, S. M. Q. **Representações sociais da Lei de Cotas (Lei 8213/91) por portadores de necessidades especiais, gestores públicos e empresários, no território de Governador Valadares**. 2011. 146 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Vale do Rio Doce, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão Integrada do Território, Governador Valadares, MG, 2011.

OLIVEIRA, N. Minas já sofreu com outros rompimentos de barragens. **O Tempo**, 05 nov. de 2015. Disponível em: <<http://www.otempo.com.br/cidades/minas-j%C3%A1-sofreu-com-outros-rompimentos-de-barragens-1.1159501>>. Acesso em: 19 jul. 2017.

OLSON, Kent R. **Manual de toxicologia clínica**. AMGH Editora, 2014.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. **Declaração universal dos direitos humanos**. Rio de Janeiro: UNIC, 2009. Publicado originalmente em 1948. Disponível em: <<https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Pages/Language.aspx?LangID=por>>. Acesso em: 27 mai. 2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração dos direitos das pessoas deficientes**. Resolução aprovada pela Assembléia Geral da Organização das Nações Unidas em 09/12/75. Assembléia Geral da ONU, 1975. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec_def.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018**: soluções baseadas na natureza para gestão das águas. UNESCO, 2018. Disponível em: <<http://portalods.com.br/wp-content/uploads/2018/03/261594por.pdf>>. Acesso em 27 mai. 2019.

PACHECO, A. A. **Avaliação da contaminação em solos e sedimentos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce por metais pesados e sua relação com o fundo geoquímico natural**. 2015. 184f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2015.

PEREIRA, C. R. S. **Plano de garantia de acessibilidade e inclusão (estrutura e urbanismo)**. Universidade Vale do Rio Doce – UNIVALE. Governador Valadares. Revisão 2, p. 1-15, jul. 2019.

PEREIRA, Eliane Gomes. **Aproveitamento do resíduo da estação de tratamento de água de Cubatão para fabricação de elementos construtivos estruturais**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2008.

PICCOLO, Gustavo Martins; MENDES, Enicéia Gonçalves. Sobre formas e conteúdos: a deficiência como produção histórica. **Perspectiva**, v. 31, n. 1, p. 283-315, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

PIRHDOCE - **Plano Integrado de recursos hídricos da Bacia do Rio Doce e dos Planos de**

Ações de Recursos Hídricos para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. Volume I. Relatório Final. 2010. Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2014/10/PIRH_Doce_Volume_I.pdf>. Acesso em: 25 mar. 19.

POEMAS - POLÍTICA, ECONOMIA, MINERAÇÃO, AMBIENTE E SOCIEDADE. **Antes fosse mais leve a carga:** avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG). Mimeo. 2015. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/poemas/files/2014/07/PoEMAS-2015-Antes-fosse-mais-leve-a-carga-vers%C3%A3o-final.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

RICHTER, Carlos A. **Tratamento de lodos de estações de tratamento de água.** 1ª ed. São Paulo: Blucher 2001. p. 112.

SÃO PAULO (cidade). **Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto - IP-06.** Instrução de Projetos da Prefeitura de São Paulo. 2004. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/SMSO%202018/NORMAS%20TECNICAS%20DE%20PAVIMENTACAO/INSTRUCAO%20DE%20PROJETOS/ip_06_2004%20dimensionamento_de_pavimentos_em_blocos_intertravados_d_e_concreto.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2021.

SAMPAIO, Diogo João Roque. **Análise da viabilidade técnica da utilização de lama de ETA para substituição parcial de cimento na produção de betão.** 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017.

SÁNCHEZ, L. E.; ALGER, K.; ALONSO, L.; BARBOSA, F.; BRITO, M. C. W.; LAUREANO, F. V.; MAY, P.; ROESER, H.; KAKABADSE, Y. Os impactos do rompimento da Barragem de Fundão. O caminho para uma mitigação sustentável e resiliente. **Relatório Temático** nº 1 do Painel do Rio Doce. Gland, Suíça: UICN, 2018.

SANTIAGO JÚNIOR. Aristides Felipe. **Oxidação úmida de fenóis com catalisadores de ferro suportado em argilominerais em reator de leito de lama (slurry).** Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/15904/1/AristidesFSJ_TESE.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A crítica da razão indolente:** contra o desperdício da experiência. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2001, p. 416.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão:** construindo uma sociedade para todos. 6. ed Rio de Janeiro: WVA, 2006. p. 174. ISBN 8585644117

_____. **Terminologia sobre a deficiência na era da inclusão.** 2011. Disponível em: <<https://www.ocuidador.com.br/imgs/utilidades/terminologia-50aa23697289a.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2021.

_____. **Terminologias utilizadas na legislação brasileira referentes à pessoa com deficiência e aos tipos de deficiência.** 2018. Disponível em:

<<https://www.portalacesse.com/termos-utilizados-na-legislacao-brasileira-referentes-a-pessoa-com-deficiencia-e-aos-tipos-de-deficiencia/>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

SEGURA, F. R.; NUNES, E. A.; PANIZ, F. P.; PAULELLI, A. C.; RODRIGUES, G. B.; BRAGA, G. U. L.; PEDREIRA FILHO, E. R.; BARBOSA JR, F.; CERCHIARO, G.; SILVA, F. F.; BATISTA, B. L. Potential risks of the residue from Samarco's mine dam burst (Bento Rodrigues, Brazil). **Environmental Pollution**, v. 218, p. 813-825, 2016. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116306753?casa_token=hL17Ww1ZyLIAAAAA:-8LpjQpb4J1srfCts02RPhIK88IWHHtk_DSao1hdM5fWB8innftZ-JkfuSRy10PE6CslpcNDJZzq>. Acesso em: 20 de jun. 2021.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de pavimentação**. São Paulo. Editora Pini. 1997.

_____. **Manual de técnicas de pavimentação**. Volume I. 2 ed. São Paulo. Editora Pini. 2008.

SCHWAB, D.; FREITAS, C. C. G. Tecnologia social: implicações e desafios da implantação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 12, n. 26, p. 42-60, set./dez. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/3794>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SILVA, F. L. da. **Aproveitamento e reciclagem de resíduos da concentração de minério de ferro na produção de Pavers e cerâmica**. 2014. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, 2014.

SILVA, M. O. **Epopéia ignorada**. A pessoa deficiente na história do mundo de ontem e de hoje. São Paulo: CEDAS, 1987.

_____. **Epopéia ignorada**. Edição de Mídia. São Paulo: Faster, 2009.

SILVA, Neusely da *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5a Edição. São Paulo, Blucher, 2017. p. 535.

SILVA, Olintho Pereira. A Mineração em Minas Gerais: Passado, Presente e Futuro. **Geonomos**, Belo Horizonte, MG, v. 3, n. 1, p. 77-86, 1995.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Cadernos técnicos de composições para pavimento intertravado**. Brasília: CAIXA, 2017. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes--aferidas-lote3-saneamento-infraestrutura-urbana/SINAPI_CT_LOTE3_INTERTRAVADO_v004v004.pdf>. Acesso em: 15 maio 2019.

SMEDLEY, P. L.; KINNIBURGH, D. G. **A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters**. *Applied Geochemistry*, 17 (2002), p. 517 - 569. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883292702000185?casa_token=N8TRsBKjYpMAAAAA:9DywKGfDdAUIYQga8785KLMTCYcztAPtaU7UgR0H0krjvbYVYUz0zzYG7yP0MdMmCbnT01GHBjq>. Acesso em: 02 de nov. de 2021.

SOUZA, D. P. **Políticas públicas e visibilidade da pessoa com deficiência**: estudo de caso do projeto curupira. 2014. 197 f. Tese (Doutorado em Educação) Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Educação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/4131/2/Tese%20%20Dalmir%20Pacheco%20de%20Souza.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2019.

SOUZA, Ana Kely Rufino; MORASSUTI, Claudio Yamamoto; DEUS, Warley Batista de. Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. **Revista Eletrônica Acta Biomédica Brasiliensia**. v. 9, n. 3 (2018). Disponível em: <<https://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/300/247>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

THOMAS, Liji. Selenium Biologic Applications. **News Medical Life Sciences**. 2021. p. 6. Disponível em: <<https://www.news-medical.net/health/Selenium-Biologic-Applications.aspx>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. Col. ABRH de Recursos Hídricos, v. 4.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Orgs.). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos: Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SCWBFdbgz4IJ:https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/321560/mod_folder/content/0/Inunda%25C3%25A7%25C3%25B5es.pdf%3Fforcedownload%3D1+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 28 ago. 2019.

UBALDO, M. O.; MOTTA, L. M. G.; NASCIMENTO, L. A. H.; ODA, S. Implicações ambientais na utilização de rejeitos da exploração e produção de petróleo em pavimentação - uma discussão. **Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. COBRAMSEG**, Gramado, RS, Brasil, 2010.

UNIVALE – UNIVERSIDADE VALE DO RIO DOCE. Plano de Desenvolvimento Institucional 2020-2024 – UNIVALE. Governador Valadares: UNIVALE, 2020. Disponível em: <www.univale.br>. Acesso em: 20 nov. de 2020.

VALE. **Produção da VALE no 2T15**. Departamento de Relações com Investidores, 2015. Disponível em: <http://www.vale.com/PT/investors/information-market/quarterly-results/ResultadosTrimestrais/PREPORT2T15_p.pdf>. 2015. Acesso em: 28 nov. de 2021.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Environmental Health Criteria for Chromium. International Programme on Chemical Safety. Geneva, Switzerland, 1988. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40419/9241542616-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 07 nov. 2021.

ZAFFARONI, Eugênio Raul. **A Pachamama e o Ser Humano**. Tradução de Javier Ignacio Vernal. Florianópolis: UFSC, 2011.

ZHOURI, Andréa; VALENCIO, Norma; OLIVEIRA, Raquel; ZUCARELLI, Marcos; LASCHEFSKI, Klemens; SANTOS, Ana Flávia. O Desastre da Samarco e a Política das Afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. **Cienc. Cult.**, São Paulo,

v. 68, n.3, p. 36-40, jul./set. 2016. Disponível em:
<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252016000300012&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 set. 2019.

ANEXO A – Caracterização Física e Mecânica dos Solos

Análise Física do Lodo da ETA



Recredenciada pela Portaria Ministerial
Nº 1.669, de 28/11/2011 e pelo parecer CNE/CES Nº 285/2011
Fundação Percival Farquhar (Mantenedora)
CNPJ: 20.611.810/0001-91

Adriana de Oliveira Leite Coelho	Lodo da ETA de Governador Valadares
DATA: 17/11/2020	
	Resultados
Fosfato (mg/dm ³): -	Análises Químicas
Sulfato (ppm):	Método utilizado
Sulfeto (ppm): -	Extrator Mehlich 3
Acidez(H ⁺)(cmolc/dm ³):	Espectrofotômetro
Carbono Orgânico (dag/dm ³):	Eletrodo íon-seletivo
pH H ₂ O (1:2,5):	Acetato de cálcio 0,5M
	Bicromato de potássio 0,2M
Litologia (textura) PORCENTAGEM	Eletrodo combinado
100% RESULTADO	
Areia fina (%): 1,27	Análises Físicas
Silte (%):70,77	Dispersão (NaOH)/peneiras)
Argila (%): 24,30	TEXTURA MÉDIA
Porosidade total (%):	
Macroporosidade (%):	
Microporosidade (%):	
Densidade (g/cm³):	Anel volumétrico
Umidade (%):	-
	Mesa de tensão
	Anel volumétrico

PROFESSOR MAYKON DIAS CEZÁRIO
CREA0000120282
ENGENHEIRO RESPONSÁVEL

Universidade Vale do Rio Doce
Governador Valadares/ MG

Campus Armando Vieira
Rua Juiz de Paz José Lemos, 695
Vila Breias - CEP: 35030-260

Campus Antônio Rodrigues Coelho
Rua Israel Pinheiro, 2000
Universitário - CEP: 35020-220

Missão:

Construir e compartilhar o conhecimento por meio da formação de profissionais competentes, éticos e comprometidos com o desenvolvimento humano e regional.

Visão:

Ser referência como instituição educacional inovadora, comunitária e inclusiva.

Cálculo da densidade real dos grãos do Lodo da ETA

Ensaio normatizado pela DNER-ME 084/95		
Razão social: Adriana Coelho -Projeto de pesquisa Dinter		
DADOS		
Identificação	CP 01	CP 02
Massa do picnômetro(a)	0,139	0,139
Massa do picnômetro+ amostra (g)(b)	0,333	0,320
Massa do picnômetro+amostra (g)+água(c)	0,453	0,445
Massa do picnômetro cheio de água (d)	0,356	0,358
Densidade real (g)	2,000	1,926
Média (%)	1,963	
Expressão para cálculo:		
$D_{25} = \frac{b - a}{(d - a) - (c - b)}$		

Análise Física e Mecânica da Jazida I

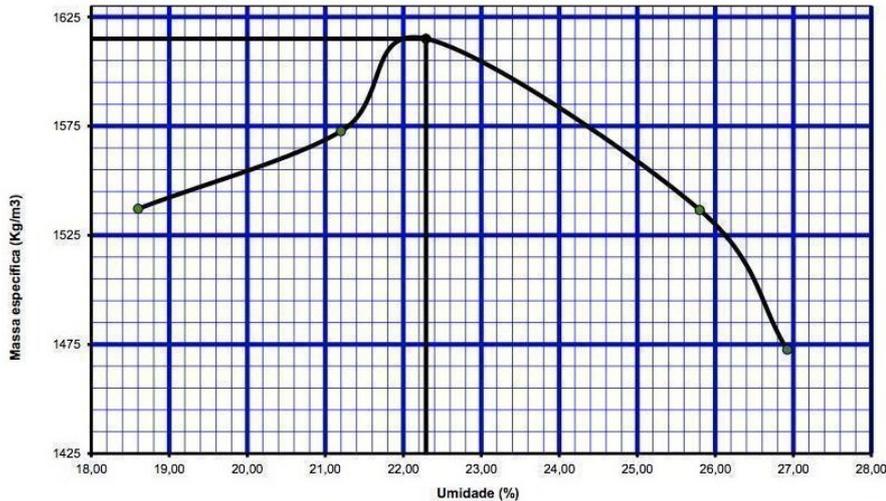
GRANULOMETRIA DNER-ME 080/94 - 01/04										
OBRA: Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter					SUB-TRECHO: Jazida 01					
MATERIAL: Argila Vermelha					DATA: 17/05/2021		ESTUDO: Granulometria			
EQUIVALENTE DE AREIA			AMOSTRA TOTAL SECA		UMIDADE HIGROSCÓPICA			RESUMO		
Proveta nº			Amostra total úmida (g)	1646,0	Cápsula Nº	1	2	Pedreg. Acima 4,8 mm		
L.Inicial			Retido Nº 10 (g)	523,0	Cáp.+ solo+ água (g)	58,00	58,50	grossa 4,8 - 2,0 mm		
L.FINAL			Passado na N 10 (g)	1123,0	Cápsula + Solo (g)	56,70	57,10	Média 2,0 - 0,42 mm		
E.A			Peso da água (g)	37,2	Água (g)	1,30	1,40	fina Nº 40 - 200		
Média			Passado Nº 10 seco (g)	1085,8	Cápsula (g)	16,70	18,20	Passando Nº 200		
OBSERVAÇÕES:			Amostra total seca (g)	1608,8	Solo (g)	40,00	38,90	Total		
			Am. menor Nº 10 úmid. (g)	120,0	Umidade (%)	3,25	3,60	Retido Nº 10 - 200		
			Am. menor Nº 10 seca (g)	116,03	Média	3,42		ÍNDICE DE GRUPO		9,94
									H.R.B.	
MATERIAL RETIDO										
PENEIRA	PESO (g)		Porc. da amostra menor Nº10 (g)	Porcentagem da amostra total	Porcentagem acumulada	Porc. que passa da amostra total		PENEIRA mm		
3"						100,0		76,20		
2"						100,0		50,80		
1.1/2"						100,0		38,10		
1"						100,0		25,40		
3/4"						100,0		19,10		
1/2"						100,0		12,70		
3/8"						100,0		9,52		
1/4"						100,0		6,38		
Nº 4						100,0		4,76		
Nº 8	5,510		4,7	0,3	0,3	99,7		2,38		
Nº 10	2,290		2,0	0,1	0,5	99,5		2,00		
Nº 16	1,450		1,2	1,2	1,7	98,3		1,19		
Nº 20								0,80		
Nº 30	6,010		5,2	5,2	6,9	93,1		0,59		
Nº 40	4,000		3,4	3,4	10,3	89,7		0,42		
Nº 50	3,200		2,8	2,7	13,1	86,9		0,30		
Nº 80								0,18		
Nº 100	9,960		8,6	8,5	21,6	78,4		0,15		
Nº 200	3,360		2,9	2,9	24,5	75,5		0,074		
FAIXA										
PENEIRA		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO							
Nº	mm									
2	25,40									
1	12,70									
3/8	9,52									
4	4,76									
10	2,00									
40	0,42									
200	0,074									
OBSERVAÇÕES:										

COMPACTAÇÃO
DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

PROCTOR

OBRA : Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter										SEGUIMENTO: Jazida 01			
MATERIAL: Argila Vermelha										ESTUDO: Compactação			
PROCTOR: Intermediário										DATA: 14/05/21			
										GOLPES: 26			
										UMID. HIGROSCÓPICA			
	48		77		6		146		25				
Cápsula n.º	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	1	2	
C + S + A	81,80	100,30	81,40	87,10	66,20	62,10	75,90	69,10	74,58	73,19	58,00	58,50	
C + S	71,80	87,20	70,20	75,20	57,10	54,10	63,80	58,80	61,89	61,87	56,70	57,10	
A - Água	10,00	13,10	11,20	11,90	9,10	8,00	12,10	10,30	12,69	11,32	1,30	1,40	
C - Cápsula	17,60	17,34	17,36	19,08	16,21	18,27	17,53	18,33	16,22	18,43	16,70	18,20	
S - Solo	54,20	69,86	52,84	56,12	40,89	35,83	46,27	40,47	45,67	43,44	40,00	38,90	
Umidade - h	18,45	18,75	21,20	21,20	22,25	22,33	26,15	25,45	27,79	26,06	3,25	3,60	
UMIDADE MÉDIA	18,60	21,20	22,29	25,80	26,92						3,42		
UMIDADE CALCULADA	17,90	20,00	22,00	24,10	26,20						PESO MATERIAL:	5.000,0	
Água Adicionada (ml)	700,00	800,00	900,00	1.000,00	1.100,00						PESO MAT. SECO:	4.834,4	
% Água adicionada	14,00%	16,00%	18,00%	20,00%	22,00%						MOLDES		
M + S + A	7.650	8.075	8.185	8.128	8.110						N.º	PESO	VOLUME
M. Moide	3.879	4.098	4.045	4.094	4.192						48	3.879	2.069
S + A	3.771	3.977	4.140	4.034	3.918						77	4.098	2.087
Dens. Úmida	1.823	1.906	1.975	1.933	1.869						6	4.045	2.096
DENS. CONVERTIDA	1.599	1.643	1.674	1.611	1.532						146	4.094	2.087
DENS. SECA	1.537	1.573	1.615	1.537	1.473						25	4.192	2.096

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Densidade Máxima

1.615 g/cm³

22,29 %

C.B.R.: **9,60 %**

EXPANSÃO: **0,61 %**

EQ. AREIA: **%**

I.P.: **9,80 %**

I.G.: **9,94**

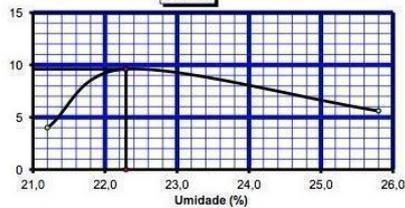
H.R.B.: **A-5**

Observações:

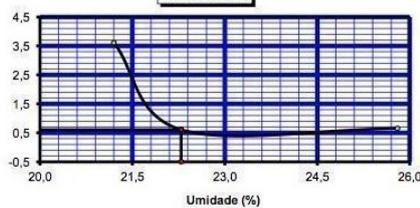
Responsável:

Fiscalização:

C.B.R.



EXPANSÃO



<p align="center">ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA DNER-ME 049/94</p>									
OBRA:				SUB-TRECHO:					
<p align="center">Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter</p>				<p align="center">Jazida 01</p>					
MATERIAL:						DATA:			
<p align="center">Argila Vermelha</p>						<p align="center">14/05/2021</p>			
LIMITE DE LIQUIDEZ - DNER-ME 122/94									
AMOSTRA	Cápsula nº:	1	2	3	4	5			
	C + S + A g	33,90	29,60	32,50	31,60	33,00			
	C + Solo g	28,60	25,90	27,50	27,20	28,30			
	Cápsula g	16,70	18,20	17,32	19,06	19,71			
	Água g	5,30	3,70	5,00	4,40	4,70			
	Solo g	11,90	7,70	10,18	8,14	8,59			
	Umidade %	44,54	48,05	49,12	54,05	54,71			
	Fator Correção								
	Valor Corrigido	44,54	48,05	49,12	54,05	54,71			
	GOLPES	43	36	27	17	12			
<p align="center">GRÁFICO LIMITE DE LIQUIDEZ</p>				<p align="center">ÍNDICE DE PLASTICIDADE</p>					
				Limite de Liquidez	%	49,70			
				Limite de Liquidez Corrigido	%	50,41			
				Limite de plasticidade	%	39,90			
				Índice de plasticidade	%	9,80			
				<p align="center">RESUMO</p>					
Equivalente de areia									
Passado na #200	%	75,52							
Índice de grupo		9,94							
Classificação HRB		A-5							
Classificação USC		CL							
Obs.:									
OPERADOR:		LIMITE DE PLASTICIDADE - DNER-ME 082/94				DATA:			
						<p align="center">14/05/2021</p>			
AMOSTRA	Cápsula nº:	6	7	8	9	10			
	C + S + A g	22,20	21,40	20,40	22,70	19,40			
	C + Solo g	21,60	20,80	19,70	22,10	18,90			
	Cápsula g	20,06	19,53	17,92	20,65	17,45			
	Água g	0,60	0,60	0,70	0,60	0,50			
	Solo g	1,54	1,27	1,78	1,45	1,45			
	Umidade %	39,00	47,20	39,30	41,40	34,50			
LIMITE DE PLASTICIDADE :		39,90	%	OBS.:					

Análise Mecânica Jazida I + Lodo

COMPACTAÇÃO
DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

PROCTOR

OBRA : Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter										SEGUIMENTO: Jazida 01					
MATERIAL: Argila Vermelha e Lodo da ETA										ESTUDO: Compactação					
PROCTOR: Intermediário										GOLPES: 26		DATA: 17/05/21			
	14		13		6		8		9		UMID. Natural		UMID. HIGROSCÓPICA		
Cápsula n.º	81	82	79	80	71	72	73	74	75	76	15	16	1	6	
C + S + A	103,00	96,10	115,30	116,30	84,40	89,60	98,70	99,20	100,30	98,70	99,40	92,30	100,90	90,40	
C + S	90,50	84,70	100,30	100,50	73,40	77,90	83,70	83,90	84,00	82,60	91,00	84,80	98,50	88,10	
A - Água	12,50	11,40	15,00	15,80	11,00	11,70	15,00	15,30	16,30	16,10	8,40	7,50	2,40	2,30	
C - Cápsula	28,20	27,90	29,50	29,00	26,20	27,70	27,60	27,10	27,00	26,50	27,00	28,50	28,30	24,30	
S - Solo	62,30	56,80	70,80	71,50	47,20	50,20	56,10	56,80	57,00	56,10	64,00	56,30	70,20	63,80	
Umidade - h	20,06	20,07	21,19	22,10	23,31	23,31	26,74	26,94	28,60	28,70	13,13	13,32	3,42	3,61	
UMIDADE MÉDIA	20,07		21,64		23,31		26,84		28,65		13,22		3,51		
UMIDADE CALCULADA	18,00		20,10		22,10		24,20		26,30				PESO MATERIAL: 5.000,0		
Água Adicionada (ml)	700,00		800,00		900,00		1.000,00		1.100,00				PESO MAT. SECO: 4.830,4		
% Água adicionada	14,00%		16,00%		18,00%		20,00%		22,00%				MOLDES		
M + S + A	8.845		8.990		9.110		9.050		9.010				N.º	PESO	VOLUME
M. Molde	4.948		4.950		4.922		4.938		4.998				14	4.948	2.068,62
S + A	3.897		4.040		4.188		4.112		4.012				13	4.950	2.077,54
Dens. Úmida	1.884		1.945		1.998		1.962		1.939				6	4.922	2.095,93
DENS. CONVERTIDA	1.653		1.677		1.693		1.635		1.589				8	4.938	2.095,93
DENS. SECA	1.569		1.599		1.620		1.547		1.507				9	4.998	2.068,62

CURVA DE COMPACTAÇÃO

C.B.R.

EXPANSÃO

Densidade Máxima
1.620 g/cm³

23,31 %

C.B.R.: **14,80 %**

EXPANSÃO: **1,04 %**

EQ. AREIA: %

I.P.: %

I.G.:

H.R.B.:

Observações:

Responsável:

Fiscalização:

Análise Física e Mecânica da Jazida 2

GRANULOMETRIA
DNER-ME 080/94 - 01/04

OBRAS:				SUB-TRECHO:											
Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter															
MATERIAL:				DATA:				ESTUDO:							
Argila Vermelha				17/05/2021				Granulometria							
EQUIVALENTE DE AREIA				AMOSTRA TOTAL SECA				UMIDADE HIGROSCÓPICA				RESUMO			
Proveta nº				Amostra total úmida (g)	1000,0	Cápsula Nº	38	37	Pedreg. Acima 4,8 mm						
L.Inicial				Retido Nº 10 (g)	150,0	Cáp. + solo+ água (g)	76,97	74,89	grossa 4,8 - 2,0 mm				0,3		
L.FINAL				Passado na N 10 (g)	850,0	Cápsula + Solo (g)	72,20	70,36	Média 2,0 - 0,42 mm				12,3		
E.A				Peso da água (g)	69,9	Água (g)	4,77	4,53	fina Nº 40 - 200				23,8		
Média				Passado Nº 10 seco (g)	780,1	Cápsula (g)	21,42	17,23	Passando Nº 200				63,6		
OBSERVAÇÕES:				Amostra total seca (g)	930,1	Solo (g)	50,78	53,13	Total				100,0		
				Am. menor Nº 10 úmid. (g)	120,0	Umidade (%)	9,39	8,53	Retido Nº 10 - 200				36,1		
				Am. menor Nº 10 seca (g)	110,13	Média	8,96		ÍNDICE DE GRUPO				6,16		
MATERIAL RETIDO							H.R.B.		A-6						
PENEIRA	PESO (g)		Porc. da amostra menor Nº10 (g)	Porcentagem da amostra total	Porcentagem acumulada	Porc. que passa da amostra total	PENEIRA mm								
3"						100,0	76,20								
2"						100,0	50,80								
1.1/2"						100,0	38,10								
1"						100,0	25,40								
3/4"						100,0	19,10								
1/2"						100,0	12,70								
3/8"						100,0	9,52								
1/4"						100,0	6,38								
Nº 4						100,0	4,76								
Nº 8						100,0	2,38								
Nº 10	2,630		2,4	0,3	0,3	99,7	2,00								
Nº 16	0,860		0,8	0,8	1,1	98,9	1,19								
Nº 20							0,80								
Nº 30	6,900		6,3	6,2	7,3	92,7	0,59								
Nº 40	5,810		5,3	5,3	12,6	87,4	0,42								
Nº 50	5,680		5,2	5,1	17,7	82,3	0,30								
Nº 80							0,18								
Nº 100	13,650		12,4	12,4	30,1	69,9	0,15								
Nº 200	6,970		6,3	6,3	38,4	63,6	0,074								
FAIXA															
PENEIRA		VALOR MÍNIMO		VALOR MÁXIMO											
Nº	mm														
2	25,40														
1	12,70														
3/8	9,52														
4	4,76														
10	2,00														
40	0,42														
200	0,074														
OBSERVAÇÕES:															

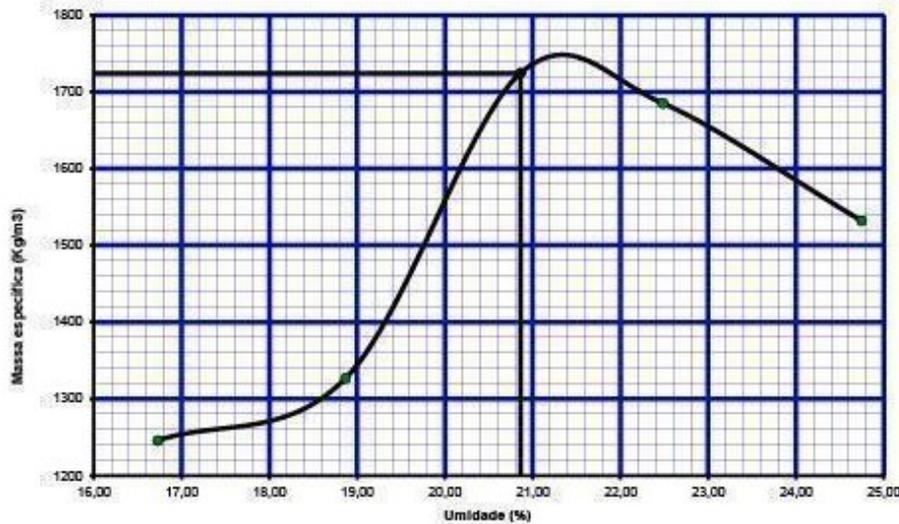


COMPACTAÇÃO
DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

PROCTOR

OBRA : Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter						SEGUIMENTO: Jazida 02							
MATERIAL: Argila Vermelha										ESTUDO: Compactação			
PROCTOR: Intermediário						GOLPES: 26		DATA: 13/05/21					
	3		15		65		4		22		UMD. HIGROSCÓPICA		
Cápsula n.º	1	2	3	4	5						38	37	
C + S + A	86,32	86,88	74,45	87,17	79,85						76,97	74,89	
C + S	73,95	73,09	61,60	71,17	64,01						72,20	70,36	
A - Água	12,37	13,79	12,85	16,00	15,84						4,77	4,53	
C - Cápsula											21,42	17,23	
S - Solo	73,95	73,09	61,60	71,17	64,01						50,78	53,13	
Umidade - h	16,73	18,87	20,86	22,48	24,75						9,39	8,53	
UMIDADE MÉDIA	16,73	18,87	20,86	22,48	24,75						8,96		
UMIDADE CALCULADA	13,30	15,50	17,70	19,90	22,00						PESO MATERIAL:	5.000,0	
Água Adicionada (ml)	200,00	300,00	400,00	500,00	600,00						PESO MAT. SECO:	4.588,8	
% Água adicionada	4,00%	6,00%	8,00%	10,00%	12,00%						MOLDES		
M + S + A	6.989	7.385	8.331	8.232	8.091						N.º	PESO	VOLUME
M. Molde	4.020	4.080	4.037	4.056	3.985						3	4.020	2.041
S + A	2.969	3.305	4.294	4.176	4.106						15	4.080	2.096
Dens. Úmida	1.454	1.577	2.084	2.064	1.911						65	4.037	2.061
DENS. CONVERTIDA	1.398	1.488	1.930	1.876	1.706						4	4.056	2.024
DENS. SECA	1.246	1.327	1.724	1.685	1.532						22	3.985	2.149

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Densidade Máxima
1.724 g/cm³

20,86 %

C.B.R.: **14,10 %**

EXPANSÃO: **0,53 %**

EQ. AREIA: **%**

I.P.: **11,09 %**

I.G.: **6,16**

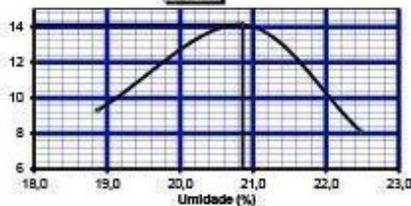
H.R.B.: **A-6**

Observações:

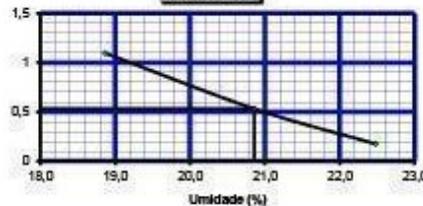
Responsável:

Fiscalização:

C.B.R.

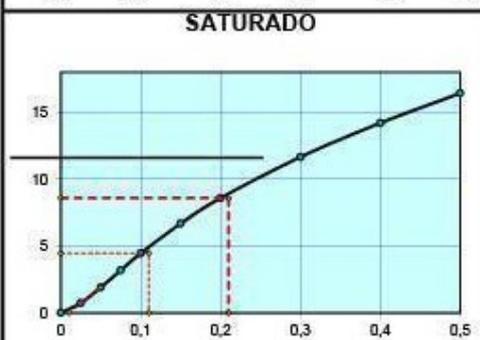
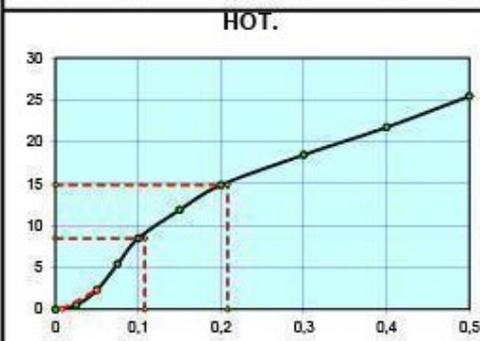
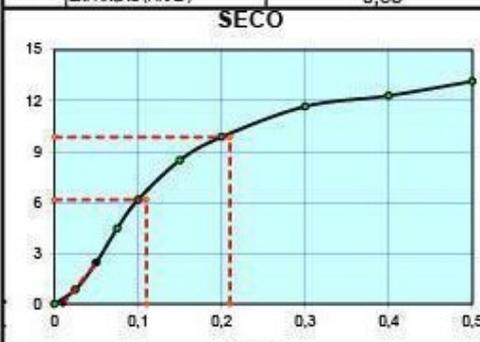


EXPANSÃO



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94

OBRA:		SUB-TRECHO:		DATA:						
Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter		JAZIDA 02		18/05/2021						
MATERIAL:				ESTUDO:						
Argila Vermelha				CBR						
OPERADOR:		LABORATORISTA:		ENCARREGADO:						
ANEL N.º		CONSTANTE:		UMIDADE (%)						
0,106		0,106								
RESULTADOS	PRESSÕES kg/cm² PADRONIZADAS		0,1 POL.	0,2 POL.	Ponto	SECO	HOT.	SATURADO		
			70,31	105,46	Cápsula nº	2	3	4		
	CILINDRO	N.º	UMIDADE (%)		C + S + A (g)	86,88	74,45	87,17		
	I.S.C.	%	14,10		C + S (g)	73,09	61,60	71,17		
	EXPANSÃO	%	1,10	0,53	0,17	Água (g)	13,79	12,85	16,00	
	C.B.R. (FINAL)		14,10		Cápsulas (g)					
	EXPANSÃO (FINAL)		0,53		Solo seco (g)	73,09	61,60	71,17		
					UMIDADE (%)	18,87	20,86	22,48		
					UMID. MÉDIA	18,87	20,86	22,48		
					EXPANSÃO (%)					
					PONTO	SECO	HOT.	SATURADO		
					CILINDRO N.º	15	65	4		
					LEITURA INICIAL	2,00	2,00	2,00		
					LEITURA 24h					
					LEITURA 48h					
					LEITURA 72h					
					LEITURA 96h	3,26	2,61	2,20		
					DIFERENÇA	1,26	0,61	0,20		
					EXPANSÃO %	1,10	0,53	0,17		
					CILINDRO N.º:	15		ORDEM:	SECO	
					PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL	PRESSÃO kg/cm²	I.S.C.
					TEMPO	m.m.	POL.	DETER.	CORRIG.	%
					30 SEG.	0,63	0,025	8	0,85	
					1 MIN.	1,27	0,050	23	2,44	
					1,5 MIN.	1,90	0,075	42	4,45	
					2 MIN.	2,54	0,100	58	6,15	8,70
					3 MIN.	3,81	0,150	80	8,48	
					4 MIN.	5,08	0,200	93	9,86	9,30
					6 MIN.	7,62	0,300	110	11,66	
					8 MIN.	10,15	0,400	116	12,30	
					10 MIN.	12,70	0,500	124	13,14	
					CILINDRO N.º:	65		ORDEM:	HOT	
					PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL	PRESSÃO kg/cm²	I.S.C.
					TEMPO	m.m.	POL.	DETER.	CORRIG.	%
					30 SEG.	0,63	0,025	5	0,53	
					1 MIN.	1,27	0,050	22	2,33	
					1,5 MIN.	1,90	0,075	51	5,41	
					2 MIN.	2,54	0,100	80	8,48	12,10
					3 MIN.	3,81	0,150	112	11,87	
					4 MIN.	5,08	0,200	140	14,84	14,10
					6 MIN.	7,62	0,300	174	18,44	
					8 MIN.	10,15	0,400	205	21,73	
					10 MIN.	12,70	0,500	240	25,44	
					CILINDRO N.º:	4		ORDEM:	SATURADO	
					PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL	PRESSÃO kg/cm²	I.S.C.
					TEMPO	m.m.	POL.	DETER.	CORRIG.	%
					30 SEG.	0,63	0,025	7	0,74	
					1 MIN.	1,27	0,050	18	1,91	
					1,5 MIN.	1,90	0,075	30	3,18	
					2 MIN.	2,54	0,100	42	4,45	6,30
					3 MIN.	3,81	0,150	63	6,68	
					4 MIN.	5,08	0,200	81	8,59	8,10
					6 MIN.	7,62	0,300	110	11,66	
					8 MIN.	10,15	0,400	134	14,20	
					10 MIN.	12,70	0,500	155	16,43	
OBSERVAÇÕES:										



**ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94**

OBRA: Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter			SUB-TRECHO: Jazida 02						
MATERIAL: Argila Vermelha					DATA: 14/05/2021				
LIMITE DE LIQUIDEZ - DNER-ME 122/94									
AMOSTRA	Cápsula nº:	41	42	43	44	45			
	C + S + A g	24,99	27,48	26,30	28,10	26,81			
	C + Solo g	23,32	25,51	24,49	26,24	24,41			
	Cápsula g	17,30	18,98	19,25	20,62	18,25			
	Água g	1,67	1,97	1,81	1,86	2,40			
	Solo g	6,02	6,53	5,24	5,62	6,16			
	Umidade %	27,74	30,17	34,54	33,10	38,96			
	Fator Correção								
	Valor Corrigido	27,74	30,17	34,54	33,10	38,96			
	GOLPES	49	38	30	22	14			
<p align="center">GRÁFICO LIMITE DE LIQUIDEZ</p>				ÍNDICE DE PLASTICIDADE					
				Limite de Liquidez	%	34,19			
				Limite de Liquidez Corrigido	%	34,19			
				Limite de plasticidade	%	23,10			
				Índice de plasticidade	%	11,09			
RESUMO									
Equivalente de areia									
Passado na #200	%	63,62							
Índice de grupo		6,16							
Classificação HRB		A-6							
Classificação USC		CL							
Obs.:									
OPERADOR:			LIMITE DE PLASTICIDADE - DNER-ME 082/94			DATA: 14/05/2021			
AMOSTRA	Cápsula nº:	46	47	48/	49	50			
	C + S + A g	18,55	20,36	20,03	20,15	20,74			
	C + Solo g	18,39	19,94	19,46	19,68	20,03			
	Cápsula g	17,29	18,12	17,16	17,82	17,26			
	Água g	0,16	0,42	0,57	0,47	0,71			
	Solo g	1,10	1,82	2,30	1,86	2,77			
	Umidade %	14,50	23,10	24,80	25,30	25,80			
LIMITE DE PLASTICIDADE :		23,10	%	OBS.:					

Análise Mecânica da Jazida 2 + Lodo

COMPACTAÇÃO
DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

PROCTOR

OBRA: Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter										SEGUIMENTO: Jazida 02					
MATERIAL: Argila Vermelha e Lodo da ETA												ESTUDO: Compactação			
PROCTOR: Intermediário										GOLPES: 26		DATA: 17/05/21			
	16		17		18		19		20		UMID. Natural		UMID. HIGROSCÓPICA		
Cápsula n.º	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	17	18	8	10	
C + S + A	88,60	90,20	86,30	94,10	105,00	109,90	104,80	102,40	110,90	106,80	107,60	103,80	89,70	89,40	
C + S	78,60	80,90	76,20	83,30	91,00	94,40	89,20	87,60	93,80	90,10	98,70	95,20	87,30	87,10	
A - Água	10,00	9,30	10,10	10,80	14,00	15,50	15,60	14,80	17,10	16,70	8,90	8,60	2,40	2,30	
C - Cápsula	26,40	30,10	26,30	27,70	26,90	27,70	27,60	28,60	28,20	27,40	28,80	26,90	26,40	27,70	
S - Solo	52,20	50,80	49,80	55,60	64,10	66,70	61,60	59,00	65,60	62,70	69,90	68,30	60,90	59,40	
Umidade - h	19,16	18,31	20,24	19,42	21,84	23,24	25,32	25,08	26,07	26,63	12,73	12,59	3,94	3,87	
UMIDADE MÉDIA	18,73		19,83		22,54		25,20		26,35		12,66		3,91		
UMIDADE CALCULADA	16,40		18,50		20,50		22,60		24,70				PESO MATERIAL: 5.000,0		
Água Adicionada (ml)	600,00		700,00		800,00		900,00		1.000,00				PESO MAT. SECA: 4.812,0		
% Água adicionada	12,00%		14,00%		16,00%		18,00%		20,00%				MOLDES		
M + S + A	8.890		9.070		9.140		9.070		8.898				N.º	PESO	VOLUME
M. Molde	5.108		4.956		4.960		4.952		4.938				16	5.108	2.032,33
S + A	3.782		4.114		4.180		4.118		3.960				17	4.956	2.095,93
Dens. Úmida	1.861		1.963		2.039		1.965		1.931				18	4.960	2.050,47
DENS. CONVERTIDA	1.662		1.722		1.758		1.665		1.609				19	4.952	2.095,93
DENS. SECA	1.567		1.638		1.664		1.569		1.528				20	4.938	2.050,47

CURVA DE COMPACTAÇÃO

C.B.R.

EXPANSÃO

Densidade Máxima
1.664 g/cm³

22,54 %

C.B.R.: **26,50 %**

EXPANSÃO: **0,25 %**

EQ. AREIA: **#REF! %**

I.P.: **#REF! %**

I.G.: **#REF! %**

H.R.B.: **#REF!**

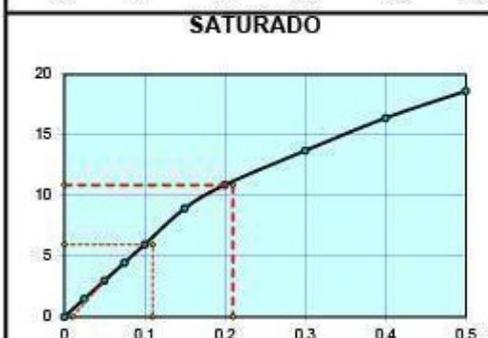
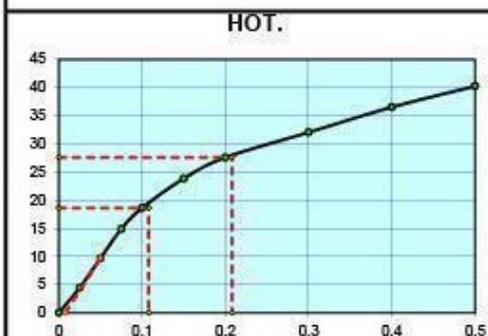
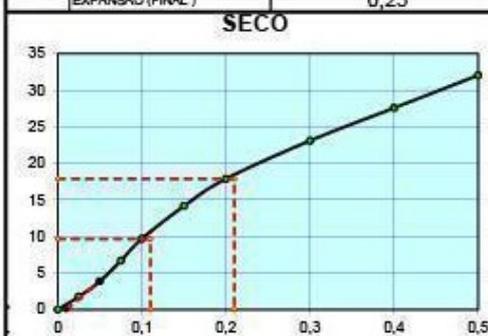
Observações:

Responsável:

Fiscalização:

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94

OBRA:		SUB-TRECHO:		DATA:							
Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter		Jazida 02		21/05/2021							
MATERIAL:				ESTUDO:							
Argila Vermelha e Lodo da ETA				CBR							
ANEL N.º		CONSTANTE:		UMIDADE (%)							
0,149		0,149									
RESULTADOS	PRESSÕES kg/cm ² PADRONIZADAS	0,1 POL.	0,2 POL.	Ponto	SECO		HOT.		SATURADO		
		70,31	105,46	Cápsula n.º	63	64	65	66	67	68	
	CILINDRO N.º	UMIDADE (%)			C + S + A (g)	86,30	94,10	105,00	109,90	104,80	102,40
	I.S.C. %	26,50			C + S (g)	76,20	83,30	91,00	94,40	89,20	87,60
	EXPANSÃO %	0,37	0,25	0,32	Água (g)	10,10	10,80	14,00	15,50	15,60	14,80
	C.B.R. (FINAL)	26,50			Cápsulas (g)	26,30	27,70	26,90	27,70	27,60	28,60
EXPANSÃO (FINAL)	0,25			Solo seco (g)	49,90	55,60	64,10	66,70	61,60	59,00	
				UMIDADE (%)	20,24	19,42	21,84	23,24	25,32	25,08	
				UMID. MEDIA	19,83		22,54		25,20		
				EXPANSÃO (%)							
				PONTO	SECO		HOT.		SATURADO		
				CILINDRO N.º	17		18		19		
				LEITURA INICIAL	2,00		2,00		2,00		
				LEITURA 24h	2,09		2,02		2,05		
				LEITURA 48h	2,30		2,17		2,22		
				LEITURA 72h	2,41		2,28		2,36		
				LEITURA 96h	2,43		2,29		2,37		
				DIFERENÇA	0,43		0,29		0,37		
				EXPANSÃO %	0,37		0,25		0,32		
				CILINDRO N.º:	17		ORDEM: SECO				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm ²		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	DETER.	CORRIG.			%
				30 SEG.	0,63	0,025	12	1,79			
				1 MIN.	1,27	0,050	26	3,88			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	45	6,71			
				2 MIN.	2,54	0,100	65	9,69			13,80
				3 MIN.	3,81	0,150	95	14,16			
				4 MIN.	5,08	0,200	120	17,89			17,00
				6 MIN.	7,62	0,300	155	23,10			
				8 MIN.	10,15	0,400	185	27,58			
				10 MIN.	12,70	0,500	215	32,05			
				CILINDRO N.º:	18		ORDEM: HOT				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm ²		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	DETER.	CORRIG.			%
				30 SEG.	0,63	0,025	30	4,47			
				1 MIN.	1,27	0,050	65	9,69			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	100	14,91			
				2 MIN.	2,54	0,100	125	18,63			26,50
				3 MIN.	3,81	0,150	160	23,85			
				4 MIN.	5,08	0,200	185	27,58			26,10
				6 MIN.	7,62	0,300	215	32,05			
				8 MIN.	10,15	0,400	245	36,52			
				10 MIN.	12,70	0,500	270	40,25			
				CILINDRO N.º:	19		ORDEM: SATURADO				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm ²		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	DETER.	CORRIG.			%
				30 SEG.	0,63	0,025	10	1,49			
				1 MIN.	1,27	0,050	20	2,98			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	30	4,47			
				2 MIN.	2,54	0,100	40	5,96			8,50
				3 MIN.	3,81	0,150	60	8,94			
				4 MIN.	5,08	0,200	73	10,88			10,30
				6 MIN.	7,62	0,300	92	13,71			
				8 MIN.	10,15	0,400	110	16,40			
				10 MIN.	12,70	0,500	125	18,63			
OBSERVAÇÕES:											



Análise Física e Mecânica da Jazida 3

GRANULOMETRIA DNER-ME 080/94 - 01/04

OBRA: Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter						SUB-TRECHO: Jazida 03	
MATERIAL: Argila Vermelha				DATA: 12/04/2021		ESTUDO: Granulometria	
EQUIVALENTE DE AREIA		AMOSTRA TOTAL SECA		UMIDADE HIGROSCÓPICA		RESUMO	
Proveta nº		Amostra total úmida (g)	1600,0	Cápsula Nº	14	15	Pedreg. Acima 4,8 mm
L.Inicial		Retido Nº 10 (g)	130,0	Cáp.+ solo+ água (g)	104,80	103,80	grossa 4,8 - 2,0 mm
L.FINAL		Passado na N 10 (g)	1470,0	Cápsula + Solo (g)	102,90	101,80	Média 2,0 - 0,42 mm
E.A		Peso da água (g)	37,6	Água (g)	1,90	2,00	fina Nº 40 - 200
Média		Passado Nº 10 seco (g)	1432,4	Cápsula (g)	29,20	27,00	Passando Nº 200
OBSERVAÇÕES:		Amostra total seca (g)	1562,4	Solo (g)	73,70	74,80	Total
		Am. menor Nº 10 úmid. (g)	120,0	Umidade (%)	2,58	2,67	Retido Nº 10 - 200
		Am. menor Nº 10 seca (g)	116,93	Média	2,63		ÍNDICE DE GRUPO
						8,87	
MATERIAL RETIDO						H.R.B.	
						A-6	
PENEIRA	PESO (g)	Porc. da amostra menor Nº10 (g)	Porcentagem da amostra total	Porcentagem acumulada	Porc. que passa da amostra total	PENEIRA mm	
3"					100,0	76,20	
2"					100,0	50,80	
1.1/2"					100,0	38,10	
1"					100,0	25,40	
3/4"					100,0	19,10	
1/2"					100,0	12,70	
3/8"					100,0	9,52	
1/4"					100,0	6,38	
Nº 4					100,0	4,76	
Nº 8	18,600	15,9	1,2	1,2	98,8	2,38	
Nº 10	8,500	7,3	0,5	1,7	98,3	2,00	
Nº 16	4,400	3,8	3,7	5,4	94,6	1,19	
Nº 20						0,80	
Nº 30	12,100	10,3	10,2	15,6	84,4	0,59	
Nº 40	10,900	9,3	9,2	24,8	75,2	0,42	
Nº 50	8,300	7,1	7,0	31,7	68,3	0,30	
Nº 80	18,900	16,2	15,9	47,6	52,4	0,18	
Nº 100						0,15	
Nº 200	6,200	5,3	5,2	52,8	47,2	0,074	
FAIXA							
PENEIRA		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO				
Nº	mm						
2	25,40						
1	12,70						
3/8	9,52						
4	4,76						
10	2,00						
40	0,42						
200	0,074						
OBSERVAÇÕES:							
						Eng. Rulliam de O. Vidigal CREA-MG 107.398	

**ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94**

OBRA:		Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter			SUB-TRECHO:		Jazida 03	
MATERIAL:							DATA:	
Argila Vermelha							12/04/2021	
LIMITE DE LIQUIDEZ - DNER-ME 122/94								
AMOSTRA	Cápsula n°:	51	52	53	54	55		
	C + S + A g	38,70	40,80	38,40	42,20	39,70		
	C + Solo g	35,50	37,10	35,10	37,70	36,10		
	Cápsula g	26,80	27,20	26,30	26,10	26,70		
	Água g	3,20	3,70	3,30	4,50	3,60		
	Solo g	8,70	9,90	8,80	11,60	9,40		
	Umidade %	36,78	37,37	37,50	38,79	38,30		
	Fator Correção							
	Valor Corrigido	36,78	37,37	37,50	38,79	38,30		
	GOLPES	45	38	21	13	7		
<p align="center">GRÁFICO LIMITE DE LIQUIDEZ</p>					ÍNDICE DE PLASTICIDADE			
					Limite de Liquidez	%	37,50	
					Limite de Liquidez Corrigido	%	37,89	
					Limite de plasticidade	%		
					Índice de plasticidade	%	37,50	
RESUMO								
Equivalente de areia								
Passado na #200					%	47,17		
Índice de grupo					8,87			
Classificação HRB					A-6			
Classificação USC					SC			
Obs.:								
OPERADOR:		LIMITE DE PLASTICIDADE - DNER-ME 082/94					DATA:	
							12/04/2021	
AMOSTRA	Cápsula n°:							
	C + S + A g							
	C + Solo g							
	Cápsula g							
	Água g							
	Solo g							
	Umidade %							
LIMITE DE PLASTICIDADE :				%		OBS.: NÃO PLÁSTICO		

COMPACTAÇÃO
DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

PROCTOR

OBRA : Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter											SEGUIMENTO: Jazida 03					
MATERIAL: Argila Vermelha											ESTUDO: Compactação					
PROCTOR: Intermediário											GOLPES: 26		DATA: 07/04/21			
	12		13		14		15		21		UMID. Natural		UMID. HIGROSCÓPICA			
Cápsula n.º	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13			14	15		
C + S + A	84,80	73,30	94,80	76,00	83,60	79,30	83,00	93,40	91,20	90,20			104,80	103,80		
C + S	79,90	68,80	87,20	70,10	76,20	72,40	74,60	83,30	80,80	79,90			102,90	101,80		
A - Água	4,90	4,50	7,60	5,90	7,40	6,90	8,40	10,10	10,40	10,30			1,90	2,00		
C - Cápsula	28,10	26,00	24,10	24,30	27,50	26,40	27,70	26,10	27,50	27,60			29,20	27,00		
S - Solo	51,80	42,80	63,10	45,80	48,70	46,00	46,90	57,20	53,30	52,30			73,70	74,80		
Umidade - h	9,46	10,51	12,04	12,88	15,20	15,00	17,91	17,66	19,51	19,69			2,58	2,67		
UMIDADE MÉDIA	9,99		12,46		15,10		17,78		19,60				2,63			
UMIDADE CALCULADA	10,80		12,90		14,90		17,00		19,00				PESO MATERIAL:	5.000,0		
Água Adicionada (ml)	400,00		500,00		600,00		700,00		800,00				PESO MAT. SECO:	4.872,1		
% Água adicionada	8,00%		10,00%		12,00%		14,00%		16,00%				MOLDES			
M + S + A	9.060		9.235		9.365		9.290		9.280				N.º	PESO	VOLUME	
M. Molde	4.946		4.950		4.948		4.974		4.954				12	4.946	2.068,62	
S + A	4.114		4.285		4.417		4.316		4.326				13	4.950	2.077,54	
Dens. Úmida	1.989		2.063		2.135		2.133		2.110				14	4.948	2.068,62	
DENS. CONVERTIDA	1.842		1.875		1.906		1.871		1.819				15	4.974	2.023,49	
DENS. SECA	1.808		1.834		1.855		1.811		1.764				21	4.954	2.050,47	

CURVA DE COMPACTAÇÃO	
Densidade Máxima	
1.855 g/cm³	
15,10 %	
C.B.R.: 13,70 %	
EXPANSÃO: 1,42 %	
EQ. AREIA: %	
I.P.: NP %	
I.G.:	
H.R.B.: A-6	
Observações:	
Responsável:	
Fiscalização:	

C.B.R.	
EXPANSÃO	

Eng. Rullam de O. Vicijal
CREA-MG 107.398

**ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94**

OBRA:		SUB-TRECHO:		DATA:							
Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter		JAZIDA 03		12/04/2021							
MATERIAL:				ESTUDO:							
Argila Vermelha				CBR							
ANEL N.º		CONSTANTE:		UMIDADE (%)							
0,149		0,149									
PRESSÕES kg/cm2 PADRONIZADAS		0,1 POL.	0,2 POL.								
		70,31	105,46								
RESULTADOS	CILINDRO N.º	UMIDADE (%)		Ponto	SECO	HOT.	SATURADO				
	I.S.C. %	13,70		Cápsula n.º	5	6	7	8	10	11	
	EXPANSÃO %	2,69	1,42	0,97	C + S + A (g)	94,80	76,00	83,60	79,30	83,00	93,40
	C.B.R. (FINAL)	13,70		C + S (g)	87,20	70,10	76,20	72,40	74,60	83,30	
	EXPANSÃO (FINAL)	1,42		Água (g)	7,60	5,90	7,40	6,90	8,40	10,10	
					Cápsulas (g)	24,10	24,30	27,50	26,40	27,70	26,10
				Solo seco (g)	63,10	45,80	48,70	46,00	46,90	57,20	
				UMIDADE (%)	12,04	12,88	15,20	15,00	17,91	17,66	
				UMID.MÉDIA	12,46		15,10		17,78		
				EXPANSÃO (%)							
				PONTO	SECO	HOT.	SATURADO				
				CILINDRO N.º	13	14	15				
				LEITURA INICIAL	2,00	2,00	2,00				
				LEITURA 24h	3,00	3,63	3,05				
				LEITURA 48h							
				LEITURA 72h							
				LEITURA 96h	5,09	3,63	3,12				
				DIFERENÇA	3,09	1,63	1,12				
				EXPANSÃO %	2,69	1,42	0,97				
				CILINDRO N.º :	13		ORDEM: SECO				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm2		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	LEITURA ANEL	DETER.	CORRIG.	%	
				30 SEG.	0,63	0,025	2	0,30			
				1 MIN.	1,27	0,050	4	0,60			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	9	1,34			
				2 MIN.	2,54	0,100	18	2,68		3,80	
				3 MIN.	3,81	0,150	40	5,96			
				4 MIN.	5,08	0,200	70	10,43		9,90	
				6 MIN.	7,62	0,300	105	15,65			
				8 MIN.	10,15	0,400	135	20,12			
				10 MIN.	12,70	0,500	155	23,10			
				CILINDRO N.º :	14		ORDEM: HOT				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm2		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	LEITURA ANEL	DETER.	CORRIG.	%	
				30 SEG.	0,63	0,025	5	0,75			
				1 MIN.	1,27	0,050	13	1,94			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	25	3,73			
				2 MIN.	2,54	0,100	39	5,81		8,30	
				3 MIN.	3,81	0,150	73	10,88			
				4 MIN.	5,08	0,200	97	14,46		13,70	
				6 MIN.	7,62	0,300	135	20,12			
				8 MIN.	10,15	0,400	160	23,85			
				10 MIN.	12,70	0,500	190	28,32			
				CILINDRO N.º :	15		ORDEM: SATURADO				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm2		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	LEITURA ANEL	DETER.	CORRIG.	%	
				30 SEG.	0,63	0,025	1	0,15			
				1 MIN.	1,27	0,050	2	0,30			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	4	0,60			
				2 MIN.	2,54	0,100	5	0,75		1,10	
				3 MIN.	3,81	0,150	9	1,34			
				4 MIN.	5,08	0,200	13	1,94		1,80	
				6 MIN.	7,62	0,300	25	3,73			
				8 MIN.	10,15	0,400	44	6,56			
				10 MIN.	12,70	0,500	60	8,94			
OBSERVAÇÕES:											

Análise Mecânica da Jazida 3 + Lodo

COMPACTAÇÃO DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

PROCTOR

OBRA : ADRIANA	TRECHO: GOVERNADOR VALADARES					SEGUIMENTO:					REGISTRO:			
ESTACA:	FURO:	PROFUND.:	MATERIAL: Deposito dudu+lama								ESTUDO:			
PROCTOR: Intermediário		GOLPES: 26	OPERADOR:	ENCARREGADO:	ENGENHEIRO: Rulliam Vidigal			DATA: 29/04/2021						
	21	20	12	18	19	UMID. Natural		UMID. HIGROSCÓPICA						
Cápsula n.º	59	60	57	58	51	52	53	54	55	56		15	16	
C + S + A	99,50	98,70	92,40	90,60	92,30	82,60	90,60	80,00	85,60	78,00		107,00	110,40	
C + S	92,80	92,10	85,60	84,10	85,30	76,30	82,10	72,60	77,20	70,30		106,60	110,10	
A - Água	6,70	6,60	6,80	6,50	7,00	6,30	8,50	7,40	8,40	7,70		0,40	0,30	
C - Cápsula	28,30	28,50	26,60	26,20	26,80	27,20	26,30	26,10	26,70	22,40		27,00	28,50	
S - Solo	64,50	63,60	59,00	57,90	58,50	49,10	55,80	46,50	50,50	47,90		79,60	81,60	
Umidade - h	10,39	10,38	11,53	11,23	11,97	12,83	15,23	15,91	16,63	16,08		0,50	0,37	
UMIDADE MÉDIA	10,38	11,38	12,40	15,57	16,35							0,44		
UMIDADE CALCULADA	10,50	12,50	14,50	16,50	18,50							PESO MATERIAL:	5.000,0	
Água Adicionada (ml)	500,00	600,00	700,00	800,00	900,00							PESO MAT. SECO:	4.978,3	
% Água adicionada	10,00%	12,00%	14,00%	16,00%	18,00%							MOLDES		
M + S + A	9.000	9.070	9.300	9.120	9.180							N.º	PESO	VOLUME
M. Moide	4.954	4.938	4.946	4.960	4.952							21	4.954	2.050,47
S + A	4.046	4.132	4.354	4.160	4.228							20	4.938	2.050,47
Dens. Úmida	1.973	2.015	2.105	2.029	2.017							12	4.946	2.068,62
DENS. CONVERTIDA	1.794	1.799	1.846	1.749	1.709							18	4.960	2.050,47
DENS. SECA	1.787	1.809	1.873	1.756	1.733							19	4.952	2.095,93

CURVA DE COMPACTAÇÃO

C.B.R.

EXPANSÃO

Densidade Máxima

1.873 g/cm³

12,40 %

C.B.R.: **10,60 %**

EXPANSÃO: **1,14 %**

EQ. AREIA: %

I.P.: %

I.G.:

H.R.B.:

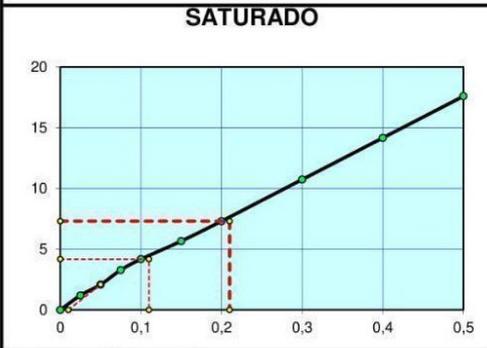
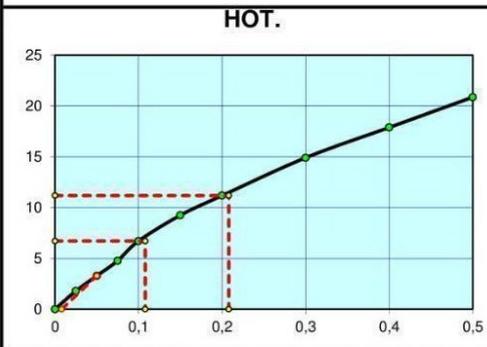
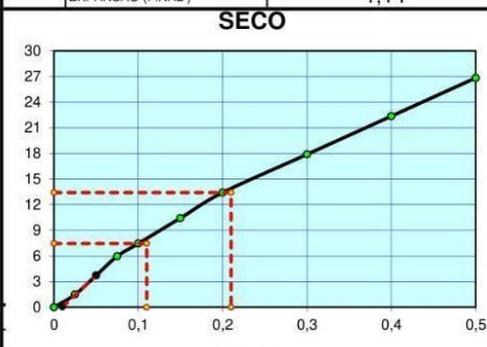
Observações:

Responsável:

Fiscalização:

**ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94**

OBRA: ADRIANA		TRECHO: GOVERNADOR VALADARES		SUB-TRECHO:		REGISTRO:					
ESTACA:		FURO:	PROFUND.:	MATERIAL: Deposito dudu+lama		ESTUDO:					
OPERADOR:		LABORATORISTA:		ENCARREGADO:		ENGENHEIRO: Rulliam Vidigal	DATA: 04/05/2021				
ANEL N.º 0,149		CONSTANTE: 0,149		UMIDADE (%)							
RESULTADOS	PRESSÕES kg/cm ² PADRONIZADAS		0,1 POL. 70,31	0,2 POL. 105,46	Ponto	SECO	HOT.	SATURADO			
	CILINDRO N.º	UMIDADE (%)		Cápsula n.º	57	58	51	52	53	54	
	I.S.C. %	10,60		C + S + A (g)	92,40	90,60	92,30	82,60	90,60	80,00	
	EXPANSÃO %	3,31	1,14	1,17	C + S (g)	85,60	84,10	85,30	76,30	82,10	72,60
	C.B.R. (FINAL)	10,60		Água (g)	6,80	6,50	7,00	6,30	8,50	7,40	
	EXPANSÃO (FINAL)	1,14		Cápsulas (g)	26,60	26,20	26,80	27,20	26,30	26,10	
					Solo seco (g)	59,00	57,90	58,50	49,10	55,80	46,50
				UMIDADE (%)	11,53	11,23	11,97	12,83	15,23	15,91	
				UMID.MEDIA	11,38		12,40		15,57		
				EXPANSÃO (%)							
				PONTO	SECO	HOT.	SATURADO				
				CILINDRO N.º	20	12	18				
				LEITURA INICIAL	2,00	2,00	2,00				
				LEITURA 24h							
				LEITURA 48h							
				LEITURA 72h							
				LEITURA 96h	5,81	3,31	3,35				
				DIFERENÇA	3,81	1,31	1,35				
				EXPANSÃO %	3,31	1,14	1,17				
				CILINDRO N.º :	20		ORDEM: SECO				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm ²		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	LEITURA ANEL	DETER.	CORRIG.	%	
				30 SEG.	0,63	0,025	10	1,49			
				1 MIN.	1,27	0,050	25	3,73			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	40	5,96			
				2 MIN.	2,54	0,100	50	7,45		10,60	
				3 MIN.	3,81	0,150	70	10,43			
				4 MIN.	5,08	0,200	90	13,42		12,70	
				6 MIN.	7,62	0,300	120	17,89			
				8 MIN.	10,15	0,400	150	22,36			
				10 MIN.	12,70	0,500	180	26,83			
				CILINDRO N.º :	12		ORDEM: HOT				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm ²		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	LEITURA ANEL	DETER.	CORRIG.	%	
				30 SEG.	0,63	0,025	12	1,79			
				1 MIN.	1,27	0,050	22	3,28			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	32	4,77			
				2 MIN.	2,54	0,100	45	6,71		9,50	
				3 MIN.	3,81	0,150	62	9,24			
				4 MIN.	5,08	0,200	75	11,18		10,60	
				6 MIN.	7,62	0,300	100	14,91			
				8 MIN.	10,15	0,400	120	17,89			
				10 MIN.	12,70	0,500	140	20,87			
				CILINDRO N.º :	18		ORDEM: SATURADO				
				PENETRAÇÃO			LEITURA ANEL		PRESSÃO kg/cm ²		I.S.C.
				TEMPO	m.m.	POL.	LEITURA ANEL	DETER.	CORRIG.	%	
				30 SEG.	0,63	0,025	8	1,19			
				1 MIN.	1,27	0,050	14	2,09			
				1,5 MIN.	1,90	0,075	22	3,28			
				2 MIN.	2,54	0,100	28	4,17		5,90	
				3 MIN.	3,81	0,150	38	5,66			
				4 MIN.	5,08	0,200	49	7,30		6,90	
				6 MIN.	7,62	0,300	72	10,73			
				8 MIN.	10,15	0,400	95	14,16			
				10 MIN.	12,70	0,500	118	17,59			
OBSERVAÇÕES:											



Análise Física e Mecânica do Saibro

GRANULOMETRIA
DNER-ME 080/94 - 01/04

OBRA: Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter						SUB-TRECHO: Saibro		
MATERIAL: Saibro				DATA: 12/05/2021		ESTUDO: Granulometria		
EQUIVALENTE DE AREIA		AMOSTRA TOTAL SECA		UMIDADE HIGROSCÓPICA		RESUMO		
Proveta nº		Amostra total úmida (g)	2408,0	Cápsula Nº	11	12	Pedreg. Acima 4,8 mm	23,7
L.Inicial		Retido Nº 10 (g)	1128,0	Cáp.+ solo+ água (g)	68,50	83,80	grossa 4,8 - 2,0 mm	23,2
L.FINAL		Passado na N 10 (g)	1280,0	Cápsula + Solo (g)	68,30	83,60	Média 2,0 - 0,42 mm	43,8
E.A		Peso da água (g)	5,3	Água (g)	0,20	0,20	fina Nº 40 - 200	8,9
Média		Passado Nº 10 seco (g)	1274,7	Cápsula (g)	26,10	27,50	Passando Nº 200	0,4
OBSERVAÇÕES:		Amostra total seca (g)	2402,7	Solo (g)	42,20	56,10	Total	100,0
		Am. menor Nº 10 úmid. (g)	890,0	Umidade (%)	0,47	0,36	Retido Nº 10 - 200	52,7
		Am. menor Nº 10 seca (g)	886,32	Média	0,42		ÍNDICE DE GRUPO	#REF!
		MATERIAL RETIDO				H.R.B.		#REF!
PENEIRA		PESO (g)	Porc. da amostra menor Nº10 (g)	Porcentagem da amostra total	Porcentagem acumulada	Porc. que passa da amostra total	PENEIRA mm	
3"						100,0	76,20	
2"						100,0	50,80	
1.1/2"						100,0	38,10	
1"						100,0	25,40	
3/4"						100,0	19,10	
1/2"		134,000	15,1	5,6	5,6	94,4	12,70	
3/8"		94,000	10,6	3,9	9,5	90,5	9,52	
1/4"		194,000	21,9	8,1	17,6	82,4	6,38	
Nº 4		148,000	16,7	6,2	23,7	76,3	4,76	
Nº 8		452,000	51,0	18,8	42,5	57,5	2,38	
Nº 10		106,000	12,0	4,4	46,9	53,1	2,00	
Nº 16		332,000	37,5	19,9	66,8	33,2	1,19	
Nº 20							0,80	
Nº 30		290,000	32,7	17,4	84,2	15,8	0,59	
Nº 40		110,000	12,4	6,6	90,8	9,2	0,42	
Nº 50		52,000	5,9	3,1	93,9	6,1	0,30	
Nº 80							0,18	
Nº 100		70,000	7,9	4,2	98,1	1,9	0,15	
Nº 200		26,000	2,9	1,6	99,6	0,4	0,074	
FAIXA								
PENEIRA		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO					
Nº	mm							
2	25,40							
1	12,70							
3/8	9,52							
4	4,76							
10	2,00							
40	0,42							
200	0,074							
OBSERVAÇÕES:								

COMPACTAÇÃO
DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

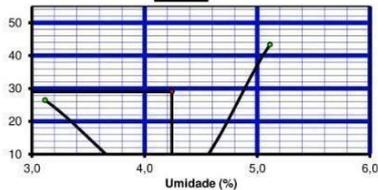
PROCTOR

OBRA : Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter					SEGUIMENTO: SAIBRO										
MATERIAL: SAIBRO											ESTUDO: Compactação				
PROCTOR: Modificado		GOLPES: 55									DATA: 05/05/21				
	8		13		15		17		18		UMID. Natural		UMID. HIGROSCÓPICA		
Gápsula n.º	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			11	12	
C + S + A	77,60	83,00	98,60	110,60	70,40	74,10	69,50	69,60	91,50	93,80			68,50	83,80	
C + S	76,50	81,90	96,40	108,10	68,70	72,20	67,50	67,40	87,70	89,80			68,30	83,60	
A - Água	1,10	1,10	2,20	2,50	1,70	1,90	2,00	2,20	3,80	4,00			0,20	0,20	
C - Cápsula	25,70	25,70	25,80	27,90	27,60	28,50	27,70	25,10	27,10	26,80			26,10	27,50	
S - Solo	50,80	56,20	70,60	80,20	41,10	43,70	39,80	42,30	60,60	63,00			42,20	56,10	
Umidade - h	2,17	1,96	3,12	3,12	4,14	4,35	5,03	5,20	6,27	6,35			0,47	0,36	
UMIDADE MÉDIA	2,06		3,12		4,24		5,11		6,31				0,42		
UMIDADE CALCULADA	2,40		3,40		4,40		5,40		6,40				PESO MATERIAL:	5.000,0	
Água Adicionada (ml)	100,00		150,00		200,00		250,00		300,00				PESO MAT. SECO:	4.979,3	
% Água adicionada	2,00%		3,00%		4,00%		5,00%		6,00%				MOLDES		
M + S + A	8.895		8.955		9.040		9.080		8.955				N.º	PESO	VOLUME
M. Molde	4.938		4.950		4.974		4.956		4.960				8	4.938	2.095,93
S + A	3.957		4.005		4.066		4.124		3.995				13	4.950	2.077,54
Dens. Úmida	1.888		1.928		2.009		1.968		1.948				15	4.974	2.023,49
DENS. CONVERTIDA	1.851		1.872		1.932		1.874		1.838				17	4.956	2.095,93
DENS. SECA	1.850		1.870		1.927		1.872		1.832				18	4.960	2.050,47
													#N/D	#N/D	

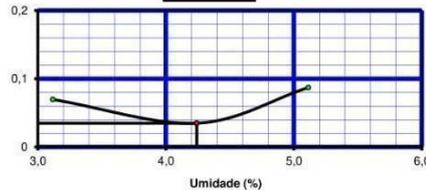
CURVA DE COMPACTAÇÃO



C.B.R.



EXPANSÃO



Densidade Máxima

1.927 g/cm³

4,24 %

C.B.R.: **29,00 %**

EXPANSÃO: **0,03 %**

EQ. AREIA: **%**

I.P.: **%**

I.G.: **%**

H.R.B.: **%**

Observações:

Responsável:

Fiscalização:

Análise Mecânica do Saibro + Lodo

COMPACTAÇÃO
DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

PROCTOR

OBRA : Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter						SEGUIMENTO: SAIBRO								
MATERIAL: SAIBRO e LODO DA ETA										ESTUDO: Compactação				
PROCTOR: MODIFICADO				GOLPES: 55						DATA: 21/05/21				
	11		14		16		5		7		UMID. Natural	UMID. HIGROSCÓPICA		
Cápsula n.º	25	26	27	28	29	30	4	7	8	9		11	15	
C + S + A	104,20	94,40	116,70	100,40	114,20	110,60	85,90	92,40	95,50	93,40		91,10	91,60	
C + S	101,50	92,10	113,10	97,30	110,00	106,50	82,30	88,60	90,50	88,90		90,80	91,40	
A - Água	2,70	2,30	3,60	3,10	4,20	4,10	3,60	3,80	5,00	4,50		0,30	0,20	
C - Cápsula	27,60	28,50	27,70	25,10	27,10	26,80	26,00	27,50	26,40	26,90		26,10	27,00	
S - Solo	73,90	63,60	85,40	72,20	82,90	79,70	56,30	61,10	64,10	62,00		64,70	64,40	
Umidade - h	3,65	3,62	4,22	4,29	5,07	5,14	6,39	6,22	7,80	7,26		0,46	0,31	
UMIDADE MÉDIA	3,63		4,25		5,11		6,31		7,53			0,39		
UMIDADE CALCULADA	3,40		4,40		5,40		6,40		7,40			PESO MATERIAL:	5.000,0	
Água Adicionada (ml)	150,00		200,00		250,00		300,00		350,00			PESO MAT. SECO:	4.980,7	
% Água adicionada	3,00%		4,00%		5,00%		6,00%		7,00%			MOLDES		
M + S + A	8.620		8.690		9.125		9.085		9.050			N.º	PESO	VOLUME
M. Molde	4.968		4.948		5.108		4.970		4.984			11	4.968	2.068,33
S + A	3.652		3.742		4.017		4.115		4.066			14	4.948	2.068,62
Dens. Úmida	1.766		1.809		1.977		1.955		1.940			16	5.108	2.032,33
DENS. CONVERTIDA	1.715		1.739		1.883		1.844		1.813			5	4.970	2.104,79
DENS. SECA	1.704		1.735		1.881		1.839		1.804			7	4.984	2.095,84

CURVA DE COMPACTAÇÃO

C.B.R.

EXPANSÃO

Densidade Máxima
1.881 g/cm³

5,11 %

C.B.R.: **25,20 %**

EXPANSÃO: **0 %**

EQ. AREIA: **0 %**

I.P.: **0 %**

I.G.: **0 %**

H.R.B.: **0 %**

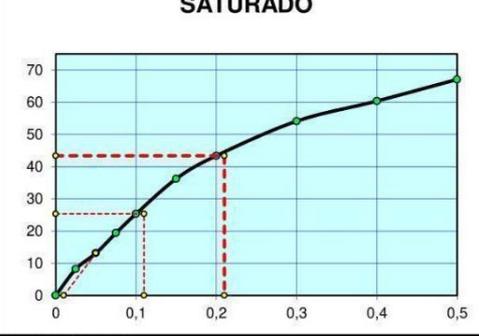
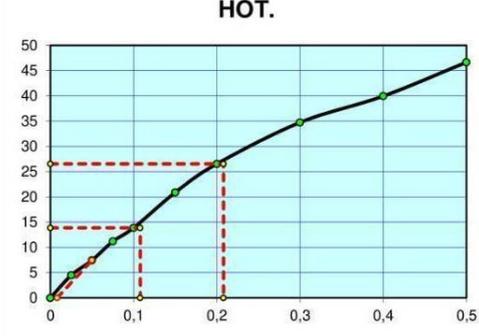
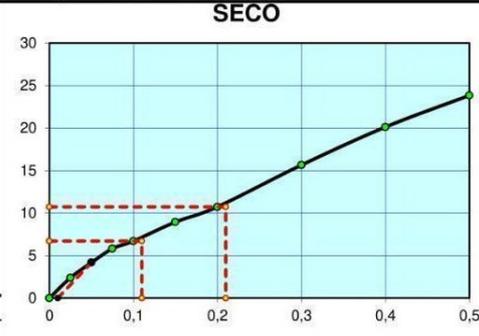
Observações:

Responsável:

Fiscalização:

**ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94**

OBRA:		SUB-TRECHO:		DATA:		
Adriana Coelho - Projeto de Pesquisa Dinter		Saibro		27/05/2021		
MATERIAL:				ESTUDO:		
Saibro e lodo da ETA				CBR		
ANEL N.º		CONSTANTE:		UMIDADE (%)		
0,149		0,149				
RESULTADOS	PRESSÕES kg/cm2 PADRONIZADAS		0,1 POL.	0,2 POL.	Ponto	
			70,31	105,46	SECO	
	CILINDRO N.º		UMIDADE (%)		HOT.	
	I.S.C. %		25,20		SATURADO	
	EXPANSÃO %		0,09	0,04		
	C.B.R. (FINAL)		25,20			
EXPANSÃO (FINAL)						
				Cápsula n.º		
				27 28 29 30 4 7		
				C + S + A (g)		
				116,70 100,40 114,20 110,60 85,90 92,40		
				C + S (g)		
				113,10 97,30 110,00 106,50 82,30 88,60		
				Água (g)		
				3,60 3,10 4,20 4,10 3,60 3,80		
				Cápsulas (g)		
				27,70 25,10 27,10 26,80 26,00 27,50		
				Solo seco (g)		
				85,40 72,20 82,90 79,70 56,30 61,10		
				UMIDADE (%)		
				4,22 4,29 5,07 5,14 6,39 6,22		
				UMID.MÉDIA		
				4,25 5,11 6,31		
				EXPANSÃO (%)		
				PUNTO		
				SECO HOT. SATURADO		
				CILINDRO N.º		
				14 16 5		
				LEITURA INICIAL		
				2,00 2,00 2,00		
				LEITURA 24h		
				LEITURA 48h		
				LEITURA 72h		
				LEITURA 96h		
				2,10 2,00 2,05		
				DIFERENÇA		
				0,10 0,05		
				EXPANSÃO %		
				0,09 0,04		
				CILINDRO N.º :		
				14		
				ORDEM:		
				SECO		
				PENETRAÇÃO		
				LEITURA ANEL		
				PRESSÃO kg/cm2		
				I.S.C.		
				TEMPO m.m. POL. DETER. CORRIG. %		
				30 SEG. 0,63 0,025 16 2,38		
				1 MIN. 1,27 0,050 28 4,17		
				1,5 MIN. 1,90 0,075 39 5,81		
				2 MIN. 2,54 0,100 45 6,71		
				3 MIN. 3,81 0,150 60 8,94		
				4 MIN. 5,08 0,200 72 10,73		
				6 MIN. 7,62 0,300 105 15,65		
				8 MIN. 10,15 0,400 135 20,12		
				10 MIN. 12,70 0,500 160 23,85		
				CILINDRO N.º :		
				16		
				ORDEM:		
				HOT		
				PENETRAÇÃO		
				LEITURA ANEL		
				PRESSÃO kg/cm2		
				I.S.C.		
				TEMPO m.m. POL. DETER. CORRIG. %		
				30 SEG. 0,63 0,025 30 4,47		
				1 MIN. 1,27 0,050 50 7,45		
				1,5 MIN. 1,90 0,075 75 11,18		
				2 MIN. 2,54 0,100 93 13,86		
				3 MIN. 3,81 0,150 140 20,87		
				4 MIN. 5,08 0,200 178 26,53		
				6 MIN. 7,62 0,300 233 34,73		
				8 MIN. 10,15 0,400 268 39,95		
				10 MIN. 12,70 0,500 313 46,65		
				CILINDRO N.º :		
				5		
				ORDEM:		
				SATURADO		
				PENETRAÇÃO		
				LEITURA ANEL		
				PRESSÃO kg/cm2		
				I.S.C.		
				TEMPO m.m. POL. DETER. CORRIG. %		
				30 SEG. 0,63 0,025 55 8,20		
				1 MIN. 1,27 0,050 88 13,12		
				1,5 MIN. 1,90 0,075 130 19,38		
				2 MIN. 2,54 0,100 170 25,34		
				3 MIN. 3,81 0,150 243 36,22		
				4 MIN. 5,08 0,200 291 43,38		
				6 MIN. 7,62 0,300 363 54,11		
				8 MIN. 10,15 0,400 405 60,37		
				10 MIN. 12,70 0,500 450 67,08		
OBSERVAÇÕES:						



Análise Física e Mecânica do Solo da Univalde

GRANULOMETRIA DNER-ME 080/94 - 01/04

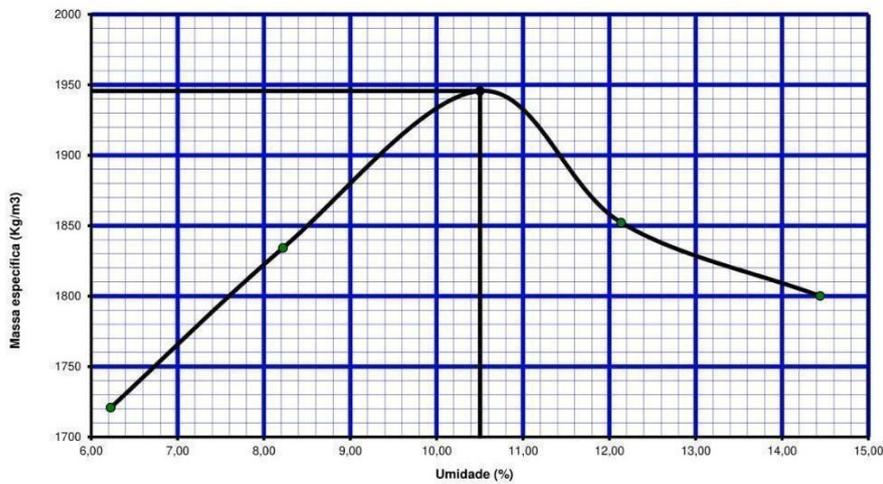
OBRA: Adriana Coelho-Projeto de Pesquisa Dinter					Seguimento Jazida04-Univalde				
					MATERIAL: Argila Marrom			Data: 28/06/2021	
EQUIVALENTE DE AREIA		AMOSTRA TOTAL SECA			UMIDADE HIGROSCÓPICA			RESUMO	
Proveta nº		Amostra total úmida (g)	2000,0	Cápsula Nº	83	84	Areia	Pedreg. Acima 4,8 mm	
L.Inicial		Retido Nº 10 (g)	128,0	Cáp.+ solo+ água (g)	91,50	88,70		grossa 4,8 - 2,0 mm 1,1	
L.FINAL		Passado na N 10 (g)	1872,0	Cápsula + Solo (g)	90,10	87,40		Média 2,0 - 0,42 mm 27,6	
E.A		Peso da água (g)	40,6	Água (g)	1,40	1,30		fina Nº 40 - 200 50,6	
Média		Passado Nº 10 seco (g)	1831,4	Cápsula (g)	27,40	28,40		Passando Nº 200 20,6	
OBSERVAÇÕES:		Amostra total seca (g)	1959,4	Solo (g)	62,70	59,00	Total 100,0		
		Am. menor Nº 10 úmid. (g)	120,0	Umidade (%)	2,23	2,20	Retido Nº 10 - 200 78,3		
		Am. menor Nº 10 seca (g)	117,40	Média	2,22		ÍNDICE DE GRUPO		
PENEIRA		MATERIAL RETIDO				H.R.B.		A2-4	
		PESO (g)	Porc. da amostra menor Nº10 (g)	Porcentagem da amostra total	Porcentagem acumulada	Porc. que passa da amostra total	PENEIRA mm		
3"						100,0	76,20		
2"						100,0	50,80		
1.1/2"						100,0	38,10		
1"						100,0	25,40		
3/4"						100,0	19,10		
1/2"						100,0	12,70		
3/8"						100,0	9,52		
1/4"						100,0	6,38		
Nº 4						100,0	4,76		
Nº 8		11,800	10,1	0,6	0,6	99,4	2,38		
Nº 10		9,600	8,2	0,5	1,1	98,9	2,00		
Nº 16		1,300	1,1	1,1	2,2	97,8	1,19		
Nº 20							0,80		
Nº 30		11,000	9,4	9,3	11,5	88,5	0,59		
Nº 40		20,500	17,5	17,3	28,7	71,3	0,42		
Nº 50		18,800	16,0	15,8	44,6	55,4	0,30		
Nº 80							0,18		
Nº 100		32,000	27,3	27,0	71,5	28,5	0,15		
Nº 200		9,300	7,9	7,8	79,4	20,6	0,074		
FAIXA									
PENEIRA		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO						
Nº	mm								
2	25,40								
1	12,70								
3/8	9,52								
4	4,76								
10	2,00								
40	0,42								
200	0,074								
OBSERVAÇÕES:									

COMPACTAÇÃO
DNER - ME 047/64 - 048/64 - 162/94

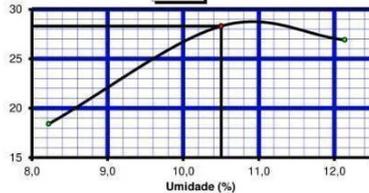
PROCTOR

OBRA: Adriana Coelho-Projeto de Pesquisa Dinter						SEGUIMENTO: Jazida04-Univale								
MATERIAL: Argila Marrom										ESTUDO: CBR				
PROCTOR: Intermediário					GOLPES: 26		DATA: 10/06/2021							
	9		14		15		4		6		UMID. Natural	UMID. HIGROSCÓPICA		
Cápsula n.º	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		83	84	
C + S + A	89,40	89,20	94,10	85,10	89,20	89,90	91,60	96,70	95,70	96,80		91,50	88,70	
C + S	85,90	85,70	89,00	80,70	83,40	84,00	84,90	89,10	87,00	88,20		90,10	87,40	
A - Água	3,50	3,50	5,10	4,40	5,80	5,90	6,70	7,60	8,70	8,60		1,40	1,30	
C - Cápsula	28,20	30,90	27,40	26,80	27,40	28,60	28,00	28,30	27,60	27,80		27,40	28,40	
S - Solo	57,70	54,80	61,60	53,90	56,00	55,40	56,90	60,80	59,40	60,40		62,70	59,00	
Umidade - h	6,07	6,39	8,28	8,16	10,36	10,65	11,78	12,50	14,65	14,24		2,23	2,20	
UMIDADE MÉDIA	6,23		8,22		10,50		12,14		14,44			2,22		
UMIDADE CALCULADA	6,30		8,40		10,40		12,40		14,50			PESO MATERIAL:	5.000,0	
Água Adicionada (ml)	200,00		300,00		400,00		500,00		600,00			PESO MAT. SECO:	4.891,5	
% Água adicionada	4,00%		6,00%		8,00%		10,00%		12,00%			MOLDES		
M + S + A	8.780		9.055		9.325		9.255		9.240			N.º	PESO	VOLUME
M. Molde	4.998		4.948		4.974		4.958		4.922			9	4.998	2.068,62
S + A	3.782		4.107		4.351		4.297		4.318			14	4.948	2.068,62
Dens. Úmida	1.828		1.985		2.150		2.077		2.060			15	4.974	2.023,49
DENS. CONVERTIDA	1.758		1.873		1.991		1.888		1.839			4	4.958	2.068,62
DENS. SECA	1.721		1.834		1.946		1.852		1.800			6	4.922	2.095,93

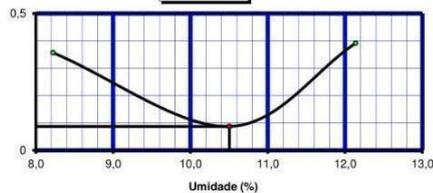
CURVA DE COMPACTAÇÃO



C.B.R.



EXPANSÃO



Densidade Máxima
1.946 g/cm³

10,50 %

C.B.R.: **28,30 %**

EXPANSÃO: **0,09 %**

EQ. AREIA: **%**

I.P.: **NP %**

I.G.: **%**

H.R.B.: **A2-4**

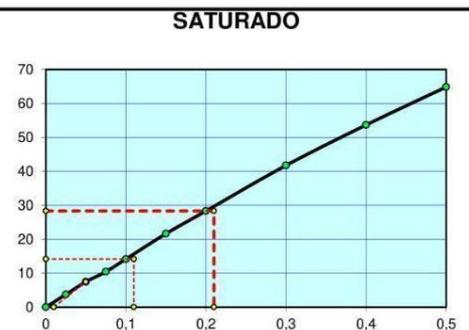
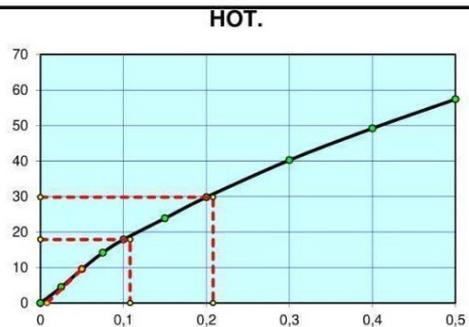
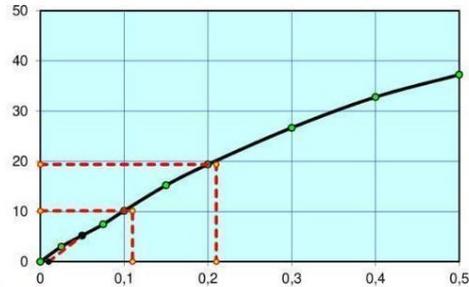
Observações:

Responsável:

Fiscalização:

**ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94**

OBRA:		SUB-TRECHO:		REGISTRO:		
Adriana Coelho-Projeto de Pesquisa Dinter		Jazida04-Univale				
MATERIAL:			Data:			
Argila Marrom			14/06/2021			
OPERADOR:		LABORATORISTA:		ENCARREGADO:		
ANEL N.º		CONSTANTE:		ENGENHEIRO:		
0,149		0,149		DATA:		
RESULTADOS	PRESSÕES kg/cm2 PADRONIZADAS		UMIDADE (%)		Ponto	
	0,1 POL. 0,2 POL.		SECO HOT. SATURADO		Cápsula n.º	
	70,31 105,46				33 34 35 36 37 38	
	CILINDRO N.º		UMIDADE (%)		C + S + A (g)	
	I.S.C. %		28,30		94,10 85,10 89,20 89,90 91,60 96,70	
	EXPANSÃO %		0,36 0,09 0,39		C + S (g)	
	C.B.R. (FINAL)		28,30		89,00 80,70 83,40 84,00 84,90 89,10	
	EXPANSÃO (FINAL)		0,09		Água (g)	
					5,10 4,40 5,80 5,90 6,70 7,60	
					Cápsulas (g)	
				27,40 26,80 27,40 28,60 28,00 28,30		
				Solo seco (g)		
				61,60 53,90 56,00 55,40 56,90 60,80		
				UMIDADE (%)		
				8,28 8,16 10,36 10,65 11,78 12,50		
				UMID.MÉDIA		
				8,22 10,50 12,14		
				EXPANSÃO (%)		
				PONTO		
				SECO HOT. SATURADO		
				CILINDRO N.º		
				14 15 4		
				LEITURA INICIAL		
				2,00 2,00 2,00		
				LEITURA 24h		
				LEITURA 48h		
				LEITURA 72h		
				LEITURA 96h		
				2,41 2,10 2,45		
				DIFERENÇA		
				0,41 0,10 0,45		
				EXPANSÃO %		
				0,36 0,09 0,39		
				CILINDRO N.º:		
				14		
				ORDEM:		
				SECO		
				PENETRAÇÃO		
				LEITURA ANEL		
				PRESSÃO kg/cm2 I.S.C.		
				DETER. CORRIG. %		
				TEMPO m.m. POL.		
				30 SEG. 0,63 0,025 20 2,98		
				1 MIN. 1,27 0,050 35 5,22		
				1,5 MIN. 1,90 0,075 50 7,45		
				2 MIN. 2,54 0,100 68 10,14		
				3 MIN. 3,81 0,150 102 15,20		
				4 MIN. 5,08 0,200 130 19,38		
				6 MIN. 7,62 0,300 179 26,68		
				8 MIN. 10,15 0,400 220 32,79		
				10 MIN. 12,70 0,500 250 37,26		
				CILINDRO N.º:		
				15		
				ORDEM:		
				HOT		
				PENETRAÇÃO		
				LEITURA ANEL		
				PRESSÃO kg/cm2 I.S.C.		
				DETER. CORRIG. %		
				TEMPO m.m. POL.		
				30 SEG. 0,63 0,025 30 4,47		
				1 MIN. 1,27 0,050 64 9,54		
				1,5 MIN. 1,90 0,075 95 14,16		
				2 MIN. 2,54 0,100 120 17,89		
				3 MIN. 3,81 0,150 160 23,85		
				4 MIN. 5,08 0,200 200 29,81		
				6 MIN. 7,62 0,300 270 40,25		
				8 MIN. 10,15 0,400 330 49,19		
				10 MIN. 12,70 0,500 385 57,39		
				CILINDRO N.º:		
				4		
				ORDEM:		
				SATURADO		
				PENETRAÇÃO		
				LEITURA ANEL		
				PRESSÃO kg/cm2 I.S.C.		
				DETER. CORRIG. %		
				TEMPO m.m. POL.		
				30 SEG. 0,63 0,025 25 3,73		
				1 MIN. 1,27 0,050 50 7,45		
				1,5 MIN. 1,90 0,075 70 10,43		
				2 MIN. 2,54 0,100 95 14,16		
				3 MIN. 3,81 0,150 145 21,61		
				4 MIN. 5,08 0,200 190 28,32		
				6 MIN. 7,62 0,300 280 41,74		
				8 MIN. 10,15 0,400 360 53,66		
				10 MIN. 12,70 0,500 435 64,84		
OBSERVAÇÕES:						



**ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
DNER-ME 049/94**

OBRA:		SUB-TRECHO:				REGISTRO:	
Adriana Coelho-Projeto de Pesquisa Dinter		Jazida04-Univale					
MATERIAL:						Data:	
Argila Marrom						28/06/2021	
LIMITE DE LIQUIDEZ - DNER-ME 122/94							
AMOSTRA	Cápsula nº:						
	C + S + A g						
	C + Solo g						
	Cápsula g						
	Água g						
	Solo g						
	Umidade %						
	Fator Correção						
	Valor Corrigido						
	GOLPES						
							Obs: Não liquido
					ÍNDICE DE PLASTICIDADE		
					Limite de Liquidez	%	
					Limite de Liquidez Corrigido	%	
					Limite de plasticidade	%	
					Índice de plasticidade	%	
RESUMO							
Equivalente de areia							
Passado na #200	%					20,64	
Índice de grupo							
Classificação HRB							A2-4
Classificação USC							SM
Obs.:							
OPERADOR:		LIMITE DE PLASTICIDADE - DNER-ME 082/94				DATA:	
						28/06/2021	
AMOSTRA	Cápsula nº:						
	C + S + A g						
	C + Solo g						
	Cápsula g						
	Água g						
	Solo g						
	Umidade %						
LIMITE DE PLASTICIDADE :						%	
						OBS.: NÃO PLÁSTICO	

ANEXO B – Caracterização Química e Ambiental

		CONFIANÇA E CREDIBILIDADE AO SEU ALCANCE Av. Atlanta, 558 – Novo Mundo - Uberlândia -MG CEP: 38.407-710 Fone: (34)3211-3060 Site: www.safrar.com.br e-mail: contato@safrar.agr.br		
		Laudo de Análise Solo		
Laudo Nº 702/2021 Entrada: 19/04/2021 Gerado: 03/05/2021				
Solicitante: ADRIANA DE OLIVEIRA LEITE COELHO		Município: Governador Valadares - MG		
Proprietário: ADRIANA DE OLIVEIRA LEITE COELHO		Telefone: () -		
Propriedade: FAZENDA UNIVALE		Convênio: PARTICULAR		
Número Safrar	Talhão	Identificação da amostra	cm	Selo de Qualidade
2046/2021		AMOSTRA METAIS PESADO		
Determinação	Unidade	2046/2021		
pH Água	1:2,5			
pH CaCl ₂ O	1:2,5			
Cd	mg dm ⁻³	0,4		
Cr		29,2		
Hg		0,6		
Pb		15,2		
As		0,9		
Ba		21,3		
Co	mg dm ⁻³	0,7		
Mo		≤0,01		
Ni		3,3		
Se		1,7		
M.O.	dag kg ⁻¹			
C.O.				
B	mg dm ⁻³			
Cu				
Fe				
Mn				
Zn				
SB	cmolc dm ⁻³			
T				
V	%			
m				
Ca/Mg				
Ca/K				
Mg/k				
Ca+Mg/K				
Ca/T				
Mg/T				
K/T				
Análise Granulométrica				
Argila	g kg ⁻¹			
Silte				
Areia Fina				
Areia Grossa				
Areia Total				
Classificação				

Estratores:
 Ca,Mg,Al: KCL 1 mol L⁻¹
 P meh-1,K (Mehlich-1) : HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹
 M,O ou C.O: Método colorimétrico
 Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA em pH 7,3
 H-A: Sguição Tampão SMP a pH 7,5
 S-SO₄²⁻: Fósforo Monobásico Cálcio 0,01 mol L⁻¹
 B: BaCl₂ 2H₂O 0,125% a quente
 P res: Resina 1 P rem: Remanescente
 Textura: Densímetro

Observações:

- O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.
- Este laudo não tem fins jurídicos.
- Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.



ALEX RIBEIRO
 Responsável Técnico
 CREA/CRQ: CREA - MG205192



RELATÓRIO DE CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUO
FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR
Governador Valadares /MG
LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SAAE DE
GOVERNADOR VALADARES/MG
R. RCR. 9548 / 21
Julho / 2021



FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR.
Relatório de Classificação de Resíduo
Nº 9548/21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. DEFINIÇÕES.....	5
3. METODOLOGIA.....	7
4. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA E RESÍDUO.....	7
4.1. Identificação da Empresa.....	7
4.2. Identificação do resíduo.....	8
5. EMPRESA RESPONSÁVEL PELA CARACTERIZAÇÃO.....	9
6. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS.....	9
6.1. Pré-Classificação.....	10
7. TRATAMENTO DOS DADOS.....	11
7.1. Procedimento de Amostragem.....	11
7.2. Descrição do processo de geração.....	11
7.3. Constituinte do resíduo.....	11
7.4. Resultado da Pré-Classificação.....	12
7.5. Resultado da Classificação.....	12
8. CONCLUSÃO.....	13
Certificado de Registro Engequisa	
Certificado de Função Técnica	
Formulário de Identificação de Resíduos – F044	
Relatórios de Ensaios	

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000



1. INTRODUÇÃO

O tratamento e a destinação adequada dos resíduos sólidos industriais são hoje questões de grande interesse e preocupação das empresas geradoras no que se refere às ações de controle e preservação do meio ambiente e demandam um adequado plano de gerenciamento dos mesmos. Por isso, resíduos gerados em processos produtivos e atividades auxiliares devem ser caracterizados em relação aos riscos potenciais gerados ao meio ambiente e à saúde pública, para que se possa definir por sua destinação final adequada.

Apresentam-se neste relatório os ensaios e determinações quantitativas realizadas em amostra do resíduo denominado como LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SAAE DE GOVERNADOR VALADARES/MG gerado na empresa FUNDACAO PERCIVAL FARQUHAR.

Este relatório tem por objetivo classificar o resíduo identificado quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, visando auxiliar no seu gerenciamento adequado, forma de armazenamento temporário e disposição final.

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000



2. DEFINIÇÕES

Resíduos: são materiais que resultam de processos das diversas atividades de uma comunidade. Podem ter diversas origens e apresentar-se nos estados sólido, gasoso ou líquido. Incluem-se nessa definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d'água, ou exijam, para isto, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível, de acordo com a norma ABNT - NBR 10.004 - Resíduos Sólidos - Classificação.

Lixiviação: processo de extração de substâncias presentes em componentes sólidos através da sua dissolução num líquido.

Solubilização: passagem espontânea de moléculas de um soluto para uma solução contendo um tensoativo, podendo formar micelas.

Inflamabilidade: característica atribuída a um resíduo sólido quando este se comporta como resíduo oxidante, quando produz fogo ou queima vigorosamente nos testes realizados em laboratório.

Corrosividade: característica atribuída a um resíduo sólido quando este apresenta pH menor que 2,0 ou pH maior que 12,5 em sua mistura com água, na proporção de 1:1 em peso.

Reatividade: característica atribuída a um resíduo sólido quando este se mostra instável e causa reação violenta antes e durante sua mistura à água, nos testes laboratoriais. Após os pré-testes, parte-se para as análises laboratoriais no extrato lixiviado, visando avaliar o nível de toxicidade do resíduo.

Toxicidade: característica atribuída a um resíduo sólido quando este apresenta possibilidade de produzir efeito nocivo. Para a classificação relativamente à toxicidade, são realizados ensaios de lixiviação, conforme NBR 10.005:2004 para quantificação dos parâmetros descritos pelo anexo F da NBR 10.004:2004 e posteriormente os resultados são comparados com os limites estabelecidos pela norma em referência.

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000



Patogenicidade: característica atribuída a um resíduo sólido que apresente ou no qual se suspeite a presença de microrganismos patogênicos, proteínas virais, e ou outros fatores capazes de produzir sintomas em um hospedeiro.

Resíduos Perigosos - Classe I: são classificados como perigosos os resíduos sólidos que em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Resíduos Não Perigosos - Classe II A - Não Inertes: são classificados como resíduos não inertes os resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I ou na Classe II B. Não apresentam periculosidades, mas podem ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Não Perigosos - Classe II B - Inertes: são classificados como resíduos inertes os resíduos sólidos que, submetidos ao teste de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões definidos na norma (NBR 10006). Isto significa que a água permanece potável, mesmo após contato com o resíduo.

■ **laboratório**

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ **zona da mata**

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ **sul de minas**

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000



3. METODOLOGIA

Os trabalhos foram desenvolvidos segundo as normas, padrões e termos de referências seguintes:

ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação;

ABNT NBR 10.005:2004 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos;

ABNT NBR 10.006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos;

ABNT NBR 10.007:2004 – Amostragem de Resíduos sólidos;

APHA - AWWA – WEF – Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22ª edição.

4. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA E RESÍDUO

4.1. Identificação da Empresa

Razão Social: FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR.
CNPJ: 20.611.810/0001-91
Endereço: Rua Israel Pinheiro, 2000 - São Pedro, Governador Valadares.
CEP: 35020-220
Contato: Adriana de Oliveira Leite Coelho
E-mail: prograd@univale.br
Telefone: (33) 99989-8568

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000

4.2. Identificação do resíduo

Resíduo:	LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SAAE DE GOVERNADOR VALADARES/MG
Aspecto:	Lodo
Quantidade gerada:	Não informado
Armazenamento:	Em tambores
Destinação:	Utilizar em misturas de solo como sub-base de pavimentação

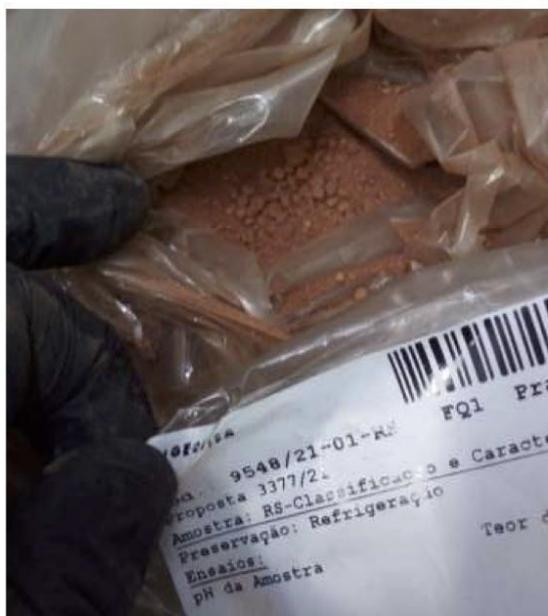


Figura 01: Foto do resíduo

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000



FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR.
Relatório de Classificação de Resíduos
Nº 9548/21

5. EMPRESA RESPONSÁVEL PELA CARACTERIZAÇÃO

Empresa Responsável: Engequisa Engenharia Química Sanitária e Ambiental Ltda
Tipo de Atividade: Prestação de Serviços de Laboratório e Consultoria em Meio Ambiente
Endereço: Rua Professor Carlos de Assis, 199.
Bairro Vila Recreio – Betim/MG
Telefone: (31) 3594 – 4677

Elaboração do Relatório	Débora Silva	---
Responsável Técnico *	Beatriz Lopes do Carmo	CRQ/MG 02.403.350
Responsável Técnico *	Cíntia de Paula Sanchen Pereira	CRQ/MG 02.102.506

6. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS

A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes, características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e o meio ambiente é conhecido.

Para iniciar a classificação, a Engequisa encaminha um formulário (F044) ao gerador do resíduo, que permite identificar, através da descrição da origem, matérias-primas e insumos, processo de segregação e armazenamento, quais os constituintes devem ser analisados e se há necessidade de ensaios quantitativos nos extratos lixiviado e solubilizado. Com base nas informações fornecidas e na realização de uma análise criteriosa, a contratada apresenta um orçamento ao gerador, que tem responsabilidade pelo resultado recebido, devido às informações fornecidas.

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000



6.1. Pré-Classificação

Segundo a NBR 10.004:2004 algumas características devem ser pré-analisadas nos resíduos, antes mesmo de sua análise laboratorial, para que seja verificada, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, a existência de riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, quando de sua geração, armazenamento temporário, transporte e disposição final. Para a identificação destas características no resíduo, uma série de testes é citada na norma NBR 10.004:2004.

Caso na pré-análise seja constatada inflamabilidade, corrosividade, reatividade ou patogenicidade, todas ou pelo menos uma dessas características, o resíduo é imediatamente classificado como perigoso. Outra característica que torna o resíduo perigoso é a presença de substâncias constantes no anexo C, conjugadas com fatores relacionados ao seu teor de toxicidade, listados nos subitens b ao f do item 4.2.1.4 da NBR 10.004/2004.

6.2. Classificação Final

Quando pré-classificados como não perigosos, os resíduos têm seus parâmetros analisados de acordo com os ensaios de solubilização citados na NBR 10.006:2004, para quantificação dos parâmetros descritos pelo anexo G da NBR 10.004:2004. Posteriormente, os resultados são comparados com os limites estabelecidos, permitindo sua caracterização como inertes ou não inertes.

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000



7. TRATAMENTO DOS DADOS

7.1. Procedimento de Amostragem

A amostragem foi realizada sob responsabilidade do cliente.

A amostra foi coletada e encaminhada ao laboratório para realização dos pré-testes específicos e ensaios de lixiviação e solubilização. Foram também executados os testes para determinação da solução extratora na lixiviação.

7.2. Descrição do processo de geração

O processo de tratamento da água é do tipo convencional e inicia-se na calha Parshall, onde ocorre a medição de vazão e a dosagem do sulfato de alumínio. Em seguida, a água segue pelo canal de água coagulada até ser distribuída em dois módulos de floculação mecânica, cada um constituído por três tanques em série. A água floculada é então direcionada aos 3 módulos de decantação, cada um composto por 2 câmaras em série. A primeira câmara dos módulos de decantação é do tipo convencional e possui fundo rebaixado. Já a 2ª câmara dos 2 primeiros módulos de decantação é de alta taxa e somente agora a 2ª câmara do 3º módulo de decantação está sendo transformada em alta taxa. As câmaras de decantação de alta taxa são dotadas de canaletas de água decantada, que possuem ao longo do perímetro vertedores triangulares. Posteriormente, a água decantada segue aos 6 filtros, de onde é encaminhada ao tanque de contato, onde ocorre a fluoretação e cloração da água. Nas unidades do processo de tratamento são gerados os lodos.

7.3. Constituinte do resíduo

Resíduos do leito do rio (areia, argila, matéria orgânica...), produtos utilizados no tratamento de água, tais como sulfato de alumínio, flúor, cloro e metais pesados. Pode conter metais pesados, pois a fonte de captação de água é o rio Doce, que recebeu os rejeitos da barragem de Fundão, Mariana (MG).

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
 Vila Recreio - Betim - MG
 CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
 Democrata - Juiz de Fora - MG
 CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
 Costa Rios - Pouso Alegre - MG
 CEP 37550-000



7.4. Resultado da Pré-Classificação

O resíduo acima descrito, nos pré-testes realizados, não apresentou nenhuma das condições preliminares, ou seja, inflamabilidade, corrosividade e/ou reatividade.

7.5. Resultado da Classificação

Para os testes de lixiviação, após análises quantitativas, o resíduo denominado como 'LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SAAE DE GOVERNADOR VALADARES/MG' não apresentou em seu extrato quaisquer dos ensaios listados em teores acima dos previstos no anexo F da NBR 10.004:2004.

Nas análises feitas no extrato solubilizado, o resíduo apresentou teores de fenóis acima dos limites estabelecidos no anexo G da NBR 10.004:2004.

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000



FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR.
Relatório de Classificação de Resíduo
Nº 9548/21

8. CONCLUSÃO

Por ter apresentado teores de fenóis acima dos limites estabelecidos pelo Anexo G da norma ABNT NBR 10.004:2004, o resíduo denominado como LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SAAE DE GOVERNADOR VALADARES/MG classifica-se como **Não Perigoso Classe II A - Não Inerte**.

Para a disposição temporária do mesmo, deverão ser seguidos os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 11.174:1990 – Armazenamento de Resíduos Classes II – Não inertes e III – inertes. Os critérios para definição da destinação final do resíduo deverão considerar, dentre outros, os fatores relacionados à quantidade e características físicas do mesmo, destacando a possibilidade de disposição em aterros industriais.

Betim, 31 de agosto de 2021.

BEATRIZ LOPES DO
CARMO:62774638615

Assinado de forma digital por BEATRIZ
LOPES DO CARMO:62774638615
Dados: 2021.09.01 16:48:28 -03'00'

ENGEQUISA ENGENHARIA QUÍMICA SANITÁRIA E AMBIENTAL LTDA.

Beatriz Lopes do Carmo / Cíntia de Paula Sanchen Pereira
CRQ/MG 02403350 / CRQ/MG 02102506

ANEXOS

Certificado de Registro Engequisa

Certificado de Função Técnica

Formulário de Identificação de Resíduos – F044

Relatórios de Ensaios

■ laboratório

Rua Professor Carlos de Assis, 199
Vila Recreio - Betim - MG
CEP 32670-328 - (31) 3594.4677

□ zona da mata

Rua Manoel Villar, 155
Democrata - Juiz de Fora - MG
CEP 36035-240 - (32) 3212.2943

□ sul de minas

Rua Maria Venâncio Franco, 80
Costa Rios - Pouso Alegre - MG
CEP 37550-000


Engequisa Engenharia Química Sanitária e Ambiental Ltda

Rua Professor Carlos de Assis, 199, Vila Recreio
Betim-MG, CEP 32670-328
Tel.: (31) 3594.4677, e-mail: engequisa@engequisa.com.br
Web: www.engequisa.com.br, CNPJ 25.703.935/0001-65


PRC: 281.1
Revisão 00
Relatório de Ensaios Engequisa Nº 9548/21

Cliente	FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR	Telefone	(33) 99989-8568
Endereço	R. Israel Pinheiro, Nº 2000, São Pedro, Governador Valadares-MG, CEP: 35020-220	Contato(s)	Adriana de Oliveira Leite Coelho
e-Mail(s)	prograd@univale.br	CNPJ/CPF	20.611.810/0001-91
Amostra(s)	Resíduos Sólidos	Recepção	19/07/21 15:34

Amostra	Lodo da Estação de Tratamento de Água do SAAE de Governador Valadares/MG	Código	9548/21-01	Coleta em	-	
Responsável pela Coleta	Cliente	Tipo de Amostragem	-			
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L3)	LQ	Método	Data do Ensaio
-Testes Massa Bruta-						
Cianeto	<0,02	mg/Kg	250	0,02	SM 4500-CN	21/07/21
pH (Suspensão 50%)	6,29	-	2 a 12,5	1 a 14	SM 4500 H+ B	05/08/21
Sulfetos	<0,1	mg/Kg	500	0,1	SM 4500 S ²⁻	21/07/21
Teor de Umidade	3,2	%	---	1	NBR-10004:2004	23/07/21
Teste de Corrosividade	Não Corrosivo	-	---	---	NBR-10004:2004	05/08/21
Teste de Inflamabilidade	Não Inflamável	-	---	---	NBR-10004:2004	23/07/21
Teste de Reatividade	Não Reativo	-	---	---	NBR-10004:2004	21/07/21

Os pareceres, interpretações e opiniões expressos não fazem parte do escopo do sistema de qualidade deste laboratório com base na norma NBR ISO/IEC 17025.

Conclusão dos Ensaios: De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento da "NBR10.004:2004 - Inflamabilidade, Reatividade e Corrosividade na Massa Bruta" os resultados reportados neste relatório para esta amostra **atendem** aos limites estabelecidos.

Legenda

(L3): NBR10.004:2004 - Inflamabilidade, Reatividade e Corrosividade na Massa Bruta

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition, 2017.

EPA: Environmental Protection Agency.

Resultado: Resultados fora de faixas aparecem sublinhados.

LQ: Limite de Quantificação do método de ensaio.

Observações

Amostragem executada pelo cliente. As datas, processo e informações das amostras são de inteira responsabilidade do cliente. Os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Os resultados relatados se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, Ensaio e Calibração. As amostras de contra-provas, exceto as perecíveis, serão guardadas por 30 dias após a entrada no laboratório.

Centrais de Venda:

.. Engequisa Zona da Mata: Rua Manoel Villar, 155, Democrata, Juiz de Fora-MG, CEP 36035-240, Tel. (32) 3212.2943

.. Engequisa Sul de Minas: Rua Maria Venâncio Franco, 80, Costa Rios, Pouso Alegre-MG, CEP 37550-000, Tel. (35) 3422.7766


Engequisa Engenharia Química Sanitária e Ambiental Ltda

Rua Professor Carlos de Assis, 199, Vila Recreio
Betim-MG, CEP 32670-328
Tel.: (31) 3594.4677, e-mail: engequisa@engequisa.com.br
Web: www.engequisa.com.br, CNPJ 25.703.935/0001-65



PRC: 281.1

Revisão 00

Relatório de Ensaios Engequisa N° 9548/21

Cliente	FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR	Telefone	(33) 99989-8568
Endereço	R. Israel Pinheiro, N° 2000, São Pedro, Governador Valadares-MG, CEP: 35020-220	Contato(s)	Adriana de Oliveira Leite Coelho
e-Mail(s)	prograd@univale.br	CNPJ/CPF	20.611.810/0001-91
Amostra(s)	Resíduos Sólidos	Recepção	19/07/21 15:34

Amostra	Lodo da Estação de Tratamento de Água do SAAE de Governador Valadares/MG	Código	9548/21-02	Coleta em	-
Responsável pela Coleta	Cliente	Tipo de Amostragem	-		

Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	Data do Ensaio
-Extrato Lixiviado-						
Massa de Amostra Pesada	50	g	---	---	NBR-10005:2004	05/08/21
pH da Amostra	0,54	---	---	0,01	NBR-10005:2004 e SM-4500-H+B	05/08/21
pH Final do Extrato Lixiviado	4,90	---	---	0,01	NBR-10005:2004 e SM-4500-H+B	10/08/21
Solução de extração	1	---	---	---	NBR-10005:2004	05/08/21
Tempo de Lixiviação	18	h	---	---	NBR-10005:2004	05/08/21
Teor de Sólidos	96,8	%	---	---	NBR-10005:2004 e SM-2540B	23/07/21
Volume de Líquidos Obtidos Lixiviado	2000	mL	---	---	NBR-10005:2004	05/08/21
-Parâmetros Inorgânicos-						
Arsênio Total	<0,005	mg/L	1	0,005	SM-3120B	13/08/21
Bário Total	1,44	mg/L	70	0,1	SM-3120B	13/08/21
Cádmio Total	<0,0005	mg/L	0,5	0,0005	SM-3120B	13/08/21
Chumbo Total	0,006	mg/L	1	0,005	SM-3120 B	13/08/21
Cromo Total	<0,01	mg/L	5	0,01	SM-3120 B	13/08/21
Fluoreto	<0,10	mg/L	150	0,1	SM 4500 F	13/08/21
Mercurio Total	0,0002	mg/L	0,1	0,0002	SM-3112 B	13/08/21
Prata Total	<0,01	mg/L	5	0,01	SM-3120B	13/08/21
Selênio Total	<0,01	mg/L	1	0,01	SM-3120 B	13/08/21
-Pesticidas-						
2,4,5-T	<0,80	µg/L	200	0,80	EPA-8151A	19/08/21
2,4,5-TP (Silvex)	<0,80	µg/L	1000	0,80	EPA-8151A	19/08/21
2,4-D	<0,80	µg/L	3000	0,80	EPA-8151A	19/08/21
Aldrin + Dieldrin	<0,001	µg/L	3	0,001	EPA-8270D	19/08/21
BHC-Gamma (Lindano)	<0,01	µg/L	200	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Clordano (Cis + Trans)	<0,01	µg/L	20	0,01	EPA-8270D	19/08/21
DDT (p,p-DDT + p,p-DDE + p,p-DDD)	<0,001	µg/L	200	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Endrin	<0,001	µg/L	60	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	<0,001	µg/L	3	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Metoxicloro	<0,01	µg/L	2000	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Pentaclorofenol	<0,001	µg/L	900	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Toxafeno	<0,01	µg/L	500	0,01	EPA-8270D	19/08/21
-Outros Orgânicos-						
1,1-Dicloroetano	<1,0	µg/L	3000	1,0	EPA-8260B	19/08/21
1,1-Dicloroetileno	<1,0	µg/L	3000	1,0	EPA-8260B	19/08/21
1,2-Dicloroetano	<1,0	µg/L	1000	1,0	EPA-8260B	19/08/21
1,4-Diclorobenzeno	<0,01	µg/L	7500	0,01	EPA-8270D	19/08/21
2,4,5-Triclorofenol	<0,01	µg/L	400000	0,01	EPA-8270D	19/08/21
2,4,6-Triclorofenol	<0,01	µg/L	20000	0,01	EPA-8270D	19/08/21
2,4-Dinitrotolueno	<0,01	µg/L	130	0,01	EPA-8270D	19/08/21
2-Butanona (Metil Etil Cetona - MEK)	<50,0	µg/L	200000	50,0	EPA-8260B	19/08/21
Benzeno	<1,0	µg/L	500	1,0	EPA-8260B	19/08/21
Benzo(a)Pireno	<0,01	µg/L	70	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Cloreto de Vinila	<1,0	µg/L	500	1,0	EPA-8260B	19/08/21
Clorofórmio	<10,0	µg/L	6000	10,0	EPA-8260B	19/08/21

Os resultados relatados se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, Ensaio e Calibração. As amostras de contra-provas, exceto as perecíveis, serão guardadas por 30 dias após a entrada no laboratório.

Centrais de Venda:

.. Engequisa Zona da Mata: Rua Manoel Villar, 155, Democrata, Juiz de Fora-MG, CEP 36035-240, Tel. (32) 3212.2943
.. Engequisa Sul de Minas: Rua Maria Venâncio Franco, 80, Costa Rios, Pouso Alegre-MG, CEP 37550-000, Tel. (35) 3422.7766


Engequisa Engenharia Química Sanitária e Ambiental Ltda

Rua Professor Carlos de Assis, 199, Vila Recreio
Betim-MG, CEP 32670-328
Tel.: (31) 3594.4677, e-mail: engequisa@engequisa.com.br
Web: www.engequisa.com.br, CNPJ 25.703.935/0001-65


PRC: 281.1
Revisão 00
Relatório de Ensaios Engequisa N° 9548/21

Cliente	FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR	Telefone	(33) 99989-8568
Endereço	R. Israel Pinheiro, N° 2000, São Pedro, Governador Valadares-MG, CEP: 35020-220	Contato(s)	Adriana de Oliveira Leite Coelho
e-Mail(s)	prograd@univale.br	CNPJ/CPF	20.611.810/0001-91
Amostra(s)	Resíduos Sólidos	Recepção	19/07/21 15:34

Amostra	Lodo da Estação de Tratamento de Água do SAAE de Governador Valadares/MG	Código	9548/21-02	Coleta em	-
Responsável pela Coleta	Cliente	Tipo de Amostragem	-		

Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	Data do Ensaio
-Outros Orgânicos-						
Cresóis Totais	0,44	µg/L	200000	0,020	EPA-8270D	19/08/21
Hexaclorobenzeno	<0,01	µg/L	100	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Hexaclorobutadieno	<0,01	µg/L	500	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Hexacloroetano	<10,0	µg/L	3000	10,0	EPA-8260B	19/08/21
m-Cresol	0,21	µg/L	200000	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Monoclorobenzeno (Clorobenzeno)	<1,0	µg/L	100000	1,0	EPA-8260B	19/08/21
Nitrobenzeno	<0,01	µg/L	2000	0,01	EPA-8270D	19/08/21
o-Cresol	0,08	µg/L	200000	0,01	EPA-8270D	19/08/21
p-Cresol	0,15	µg/L	200000	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Piridina	<0,01	µg/L	5000	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Tetracloroto de Carbono	<1,0	µg/L	200	1,0	EPA-8260B	19/08/21
Tetracloroetano (PCE)	<1,0	µg/L	4000	1,0	EPA-8260B	19/08/21
Tetracloroetileno	<1,0	µg/L	4000	1,0	EPA-8260B	19/08/21
Tricloroetileno	<1,0	µg/L	7000	1,0	EPA-8260B	19/08/21

Os pareceres, interpretações e opiniões expressos não fazem parte do escopo do sistema de qualidade deste laboratório com base na norma NBR ISO/IEC 17025.

Conclusão dos Ensaios: De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento da "NBR 10.004:2004 - ANEXO F - Limite Máximo no Extrato Obtido no Ensaio de Lixiviação" os resultados reportados neste relatório para esta amostra **atendem** aos limites estabelecidos.

Legenda

(L1): NBR 10.004:2004 - ANEXO F - Limite Máximo no Extrato Obtido no Ensaio de Lixiviação

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition, 2017.

EPA: Environmental Protection Agency.

Resultado: Resultados fora de faixas aparecem sublinhados.

LQ: Limite de Quantificação do método de ensaio.

Observações

Amostragem executada pelo cliente. As datas, processo e informações das amostras são de inteira responsabilidade do cliente. Os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Os resultados relatados se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, Ensaio e Calibração. As amostras de contra-provas, exceto as perecíveis, serão guardadas por 30 dias após a entrada no laboratório.

Centrais de Venda:

.. Engequisa Zona da Mata: Rua Manoel Villar, 155, Democrata, Juiz de Fora-MG, CEP 36035-240, Tel. (32) 3212.2943

.. Engequisa Sul de Minas: Rua Maria Venâncio Franco, 80, Costa Rios, Pouso Alegre-MG, CEP 37550-000, Tel. (35) 3422.7766


Engequisa Engenharia Química Sanitária e Ambiental Ltda

Rua Professor Carlos de Assis, 199, Vila Recreio
Betim-MG, CEP 32670-328
Tel.: (31) 3594.4677, e-mail: engequisa@engequisa.com.br
Web: www.engequisa.com.br, CNPJ 25.703.935/0001-65


PRC: 281.1
Revisão 00
Relatório de Ensaios Engequisa N° 9548/21

Cliente	FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR	Telefone	(33) 99989-8568
Endereço	R. Israel Pinheiro, N° 2000, São Pedro, Governador Valadares-MG, CEP: 35020-220	Contato(s)	Adriana de Oliveira Leite Coelho
e-Mail(s)	prograd@univale.br	CNPJ/CPF	20.611.810/0001-91
Amostra(s)	Resíduos Sólidos	Recepção	19/07/21 15:34

Amostra	Lodo da Estação de Tratamento de Água do SAAE de Governador Valadares/MG	Código	9548/21-03	Coleta em	-
Responsável pela Coleta	Cliente	Tipo de Amostragem	-		

Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L2)	LQ	Método	Data do Ensaio
-Extrato Solubilizado-						
pH Final do Extrato Solubilizado	6,02	--	--	0,01	NBR-10006:2004 e SM-4500-H+B	10/08/21
Teor de Umidade	3,2	%	--	1	NBR-10004:2004	23/07/21
-Parâmetros Inorgânicos-						
2,4,5-T	<0,80	µg/L	2	0,80	EPA-8151A	19/08/21
2,4,5-TP (Silvex)	<0,80	µg/L	30	0,80	EPA-8151A	19/08/21
2,4-D	<0,80	µg/L	30	0,80	EPA-8151A	19/08/21
Aldrin + Dieldrin	<0,001	µg/L	0,03	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Alumínio Total	<0,1	mg/L	0,2	0,1	SM-3120 B	13/08/21
Arsênio Total	<0,005	mg/L	0,01	0,005	SM-3120B	13/08/21
Bário Total	<0,1	mg/L	0,7	0,1	SM-3120B	13/08/21
BHC-Gamma (Lindano)	<0,01	µg/L	2	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Cádmio Total	<0,0005	mg/L	0,005	0,0005	SM-3120B	13/08/21
Chumbo Total	<0,005	mg/L	0,01	0,005	SM-3120 B	13/08/21
Cianeto Total	<0,02	mg/L	0,07	0,02	SM 4500-CN	13/08/21
Clordano	<0,01	µg/L	0,2	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Cloretos	4,02	mg/L	250	0,1	SM 4500-CI B	16/08/21
Cobre Total	<0,005	mg/L	2	0,005	SM-3120 B	13/08/21
Cromo Total	<0,01	mg/L	0,05	0,01	SM-3120 B	13/08/21
DDT (p,p-DDT + p,p-DDE + p,p-DDD)	<0,001	µg/L	1	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Endrin	<0,001	µg/L	0,6	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Fenóis	0,47	mg/L	0,01	0,003	SM 5530 C	13/08/21
Ferro Total	<0,1	mg/L	0,3	0,1	SM3120 B	13/08/21
Fluoreto	<0,10	mg/L	1,5	0,1	SM 4500 F	16/08/21
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	<0,001	µg/L	0,03	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Hexaclorobenzeno	<0,001	µg/L	1	0,001	EPA-8270D	19/08/21
Manganês Total	<0,05	mg/L	0,1	0,05	SM-3120 B	13/08/21
Mercurio Total	<0,0002	mg/L	0,001	0,0002	SM-3112 B	13/08/21
Metoxicloro	<0,01	µg/L	20	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Nitrogênio Nitrato	0,68	mg/L N-NO ₃	10	0,25	SM 4500 NO ₃ - E	16/08/21
Prata Total	<0,01	mg/L	0,05	0,01	SM-3120B	13/08/21
Selênio Total	<0,01	mg/L	0,01	0,01	SM-3120 B	13/08/21
Sódio Total	2,81	mg/L	200	0,5	SM-3120 B	13/08/21
Sulfatos	<3,0	mg/L	250	3,0	SM 4500 SO ₄ ²⁻ - E	16/08/21
Surfactantes	<0,10	mg/L	0,5	0,1	SM 5540 C	16/08/21
Toxafeno	<0,01	µg/L	5	0,01	EPA-8270D	19/08/21
Zinco Total	<0,01	mg/L	5	0,01	SM-3120 B	13/08/21

Os pareceres, interpretações e opiniões expressos não fazem parte do escopo do sistema de qualidade deste laboratório com base na norma NBR ISO/IEC 17025.

Conclusão dos Ensaios: De acordo com os parâmetros analisados para o atendimento da "NBR 10.004:2004- ANEXO G - Limite Máximo no Extrato do Ensaio de Solubilização" os resultados reportados neste relatório para esta amostra **não atendem** aos limites estabelecidos. Resultados fora de faixas aparecem sublinhados.

Os resultados relatados se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, Ensaio e Calibração. As amostras de contra-provas, exceto as perecíveis, serão guardadas por 30 dias após a entrada no laboratório.

Centrais de Venda:
 .. Engequisa Zona da Mata: Rua Manoel Villar, 155, Democrata, Juiz de Fora-MG, CEP 36035-240, Tel. (32) 3212.2943
 .. Engequisa Sul de Minas: Rua Maria Venâncio Franco, 80, Costa Rios, Pouso Alegre-MG, CEP 37550-000, Tel. (35) 3422.7766



Engequisa Engenharia Química Sanitária e Ambiental Ltda

Rua Professor Carlos de Assis, 199, Vila Recreio
Betim-MG, CEP 32670-328
Tel.: (31) 3594.4677, e-mail: engequisa@engequisa.com.br
Web: www.engequisa.com.br, CNPJ 25.703.935/0001-65



PRC: 281.1

Revisão 00

Relatório de Ensaios Engequisa Nº 9548/21

Cliente	FUNDAÇÃO PERCIVAL FARQUHAR	Telefone	(33) 99989-8568
Endereço	R. Israel Pinheiro, Nº 2000, São Pedro, Governador Valadares-MG, CEP: 35020-220	Contato(s)	Adriana de Oliveira Leite Coelho
e-Mail(s)	prograd@univale.br	CNPJ/CPF	20.611.810/0001-91
Amostra(s)	Resíduos Sólidos	Recepção	19/07/21 15:34

Legenda

(L2): NBR 10.004:2004- ANEXO G - Limite Máximo no Extrato do Ensaio de Solubilização

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition, 2017.

EPA: Environmental Protection Agency.

Resultado: Resultados fora de faixas aparecem sublinhados.

LQ: Limite de Quantificação do método de ensaio.

Observações

Amostragem executada pelo cliente. As datas, processo e informações das amostras são de inteira responsabilidade do cliente. Os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Classificação

Por ter apresentado fenóis acima dos limites estabelecidos pelo Anexo G da ABNT NBR 10.004:2004, o resíduo não é inerte. O resíduo classifica-se como ***Não Perigoso Classe II A - Não Inerte***.

Betim, 31 de agosto de 2021.

Beatriz Lopes do Carmo
Responsável Técnico
CRQ/MG 02403350
CRBio/MG 16724/4D

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em www.engequisa.com.br usando o código LVJJZ CMM 452.

Os resultados relatados se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. Reconhecimento válido somente para os serviços prestados por este laboratório que sejam visualizados no endereço <http://www.rmmg.org.br> na página de laboratórios reconhecidos, Ensaio e Calibração. As amostras de contra-provas, exceto as perecíveis, serão guardadas por 30 dias após a entrada no laboratório.

Centrais de Venda:

.. Engequisa Zona da Mata: Rua Manoel Villar, 155, Democrata, Juiz de Fora-MG, CEP 36035-240, Tel. (32) 3212.2943

.. Engequisa Sul de Minas: Rua Maria Venâncio Franco, 80, Costa Rios, Pouso Alegre-MG, CEP 37550-000, Tel. (35) 3422.7766

Relatório – Análises Microbiológicas

Material: Lodo da ETA de Governador Valadares

Adriana de Oliveira Leite Coelho

Métodos: As análises microbiológicas seguiram as metodologias da United States Environmental Agency para Lodos (USEPA, 2006). Realizaram-se as seguintes análises: determinação do Número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais. Como valores de referência considerou-se: máximo de 1/g.

Resultados: Segundo a legislação, espera-se a ausência de coliformes totais nas análises microbiológicas, o que foi evidenciado no presente estudo, pela não produção de gás nos tubos de Durham da inoculação em caldo LST de todas as polpas, lidas em 24hs e 48hs de incubação (Tabela 1). Neste estudo, não foi detectada a presença de gás em nenhum dos tubos analisados, o que indica conformidade neste parâmetro.

Tabela 1 - Contagem de coliformes totais no Lodo da ETA de Governador Valadares

Contagem de coliformes totais (NMP/g)	
Padrão da legislação: máximo 1/g	
24hs	48hs
-	-

Legenda: - = ausência; NMP = número mais provável; UFC = unidade formadora de colônia



Foto 1: Tubos com caldo LST evidenciando ausência de crescimento de coliformes fecais

Foto 2: Tubos de Durham com ausência de gás.



Dr. Pedro Henrique Ferreira Marçal
Farmacêutico – Analista Clínico

ANEXO C – Termo de Abertura de Projeto



Termo de Abertura de Projeto

1. Título do Projeto

Pavimentação do Estacionamento e da Calçada do Edifício E1 da UNIVALE

2. Descrição Geral

Este termo de abertura de projeto visa orientar todo o planejamento e o início da pavimentação, buscando reduzir ao máximo falhas na comunicação, risco de acidentes e desperdício de materiais. Atender à necessidade de todos os envolvidos, por meio de informações e estudo prévio com os profissionais que participarão da obra.

3. Objetivo

Iniciar os serviços de pavimentação do estacionamento e calçada do Edifício E1 da UNIVALE.

4. Justificativa

A pavimentação do estacionamento e calçada do Edifício E1 da UNIVALE trata-se de um projeto-piloto proposto pela Profa. Adriana de Oliveira Leite Coelho em sua tese de doutorado. Nesse projeto-piloto será utilizada uma tecnologia social em benefício da pessoa com deficiência física. Considerado, portanto, de grande relevância social e ambiental para a Univale, bem como para Governador Valadares, uma vez que pode ser replicada em todo o município.

5. Partes Envolvidas

- Fundação Percival Farquhar - FPF / Aniela Castello
- Setor de Planejamento de Ambientes - SEPLAM / Nivaldo Ferreira
- Departamento de Campus - DEC / Wendell Augusto

Universidade Vale do Rio Doce
Campus Antônio Rodrigues Coelho
Rua Israel Pinheiro, 2000 – Universitário
CEP: 35020-220, Governador Valadares/MG

Nivaldo Ferreira
OBRA/SEPLAM
Mat. 48765

Nivaldo Ferreira

Aniela Castello Branco P. Barbalho
Diretora Executiva FPF

Aniela Castello



- Dinter (Doutorado Interinstitucional) - Profa. Adriana de Oliveira Leite Coelho
- Comunidade interna e externa

6. Previsão de Início e Término

A obra está prevista para iniciar no dia 15/03/2022 e com previsão de término em 30/04/2022.

7. Metodologia adotada

- **Aprovação**

A Fundação Percival Farquhar autorizou a pavimentação do estacionamento e da calçada do Edifício E1 para atender às necessidades de acessibilidade da Universidade Vale do Rio Doce, bem como a tese de doutorado da profa. Adriana Coelho.

- **Projeto**

Com a aprovação da obra de pavimentação, foi solicitado ao Escritório Modelo de Arquitetura e Urbanismo - EMAU a elaboração do projeto executivo e seus detalhamentos, levando-se em consideração os resultados dos ensaios obtidos na tese.

- **Planejamento**

O projeto será encaminhado ao Setor de planejamento de ambientes – Seplam, para que se inicie todos as etapas de planejamento para a execução da obra de pavimentação.

- **Cotação**

Com o planejamento finalizado, inicia-se a etapa de cotação da obra, tendo em vista que será executada na forma de empreitada global.

Universidade Vale do Rio Doce
Campus Antônio Rodrigues Coelho
Rua Israel Pinheiro, 2000 – Universitário
CEP: 35020-220, Governador Valadares/MG

Nivaldo Ferreira
OBRA/SEPLAM
Mat. 48765

Nivaldo Ferreira

Aniela Castanho Branco P. Barbalho
Diretora Executiva FPF



- **Contrato**
Com a empresa definida, o setor jurídico deve elaborar o contrato de prestação de serviço.
- **Cronograma**
A empresa que ganhar a cotação, tendo em vista o menor valor proposto, realizar-se-á o cronograma da obra a ser repassado aos responsáveis pelo acompanhamento.
- **Controle de obra**
A obra será executada por empresa terceirizada, porém é essencial que o setor responsável pelo planejamento acompanhe a sua execução.
- **Entrega da Obra de Pavimentação**
A entrega da obra de pavimentação deve ser feita aos seguintes interessados: FPF; Profa. Adriana Coelho; Seplam; EMAU.

8. Custo previsto para a obra

O custo estimado para reforma da pavimentação é R\$30.503,49,00.

9. Reuniões

Reuniões semanais serão realizadas para compartilhar as informações e favorecer a comunicação eficaz e consequentemente o sucesso do projeto.

10. Responsável pela Elaboração deste Termo

- Nivaldo Ferreira – Setor de Projetos e Planejamento de Ambientes
- Adriana de Oliveira Leite Coelho - Prograd e Dinter (Doutorado Interinstitucional)

Universidade Vale do Rio Doce
Campus Antônio Rodrigues Coelho
Rua Israel Pinheiro, 2000 – Universitário
CEP: 35020-220, Governador Valadares/MG

Nivaldo Ferreira
OBRA/SEPLAM
Mat. 48765

Nivaldo Ferreira


Ariela Castelo Branco P. Carbalho
Diretora Executiva FPF

**11. Responsável pela aprovação do Projeto**

- Anieli Castello Branco de Paula Barbalho – Fundação Percival Farquhar

12. Responsável pelo Projeto Arquitetônico

- Marianna França de Jesus - Escritório Modelo de Arquitetura e Urbanismo

13. Responsável pela Execução do Projeto

- Nivaldo Ferreira - Setor de Projetos e Planejamento de Ambientes / DEC



Anieli Castello Branco P. Barbalho
Diretora Executiva FPF

Governador Valadares, 09 de dezembro de 2021

Universidade Vale do Rio Doce
Campus Antônio Rodrigues Coelho
Rua Israel Pinheiro, 2000 – Universitário
CEP: 35020-220, Governador Valadares/MG

Nivaldo Ferreira
OBRA/SEPLAM
Mat. 48765



PLANILHA DE CUSTOS

EMPRESA:	Fundação Percival Farfhar	DATA:	13/12/2021		
OBRA:	Univale / Estacionamento das condenações - Prédio E1				
Item/Cód.	DESCRIMINAÇÃO	Unid.	QUANT.	PREÇO	Preço de Custo
1					
SUDECAP	03.01.01				
SUDECAP	03.17.01	m ²	260,000	2,79	725,40
SUDECAP	03.12.01	m ³	40,040	38,10	1.525,52
		m ³	24,640	16,87	415,67
		und.	8,000	180,00	1.440,00
					4.106,59
2					
SUDECAP	20.01.02	m ²	140,000	3,51	491,40
SUDECAP	20.03.01	m ²	14,000	12,42	173,88
SUDECAP	20.04.03	m ³	14,000	187,94	2.631,16
SUDECAP	20.19.14	m ²	140,000	71,48	10.007,20
					13.303,64
3					
SUDECAP	20.01.02	m ²	120,000	3,51	421,20
SUDECAP	20.04.03	m ³	14,000	187,94	2.631,16
SUDECAP	20.19.14	m ²	140,000	43,00	6.020,00
					9.072,36
4					
SUDECAP	21.03.03	m ²	130,000	30,93	4.020,90
					4.020,90
					30.503,49

Nivaldo Ferreira
OBRAS/SEPLAM
Mat. 48765

Nivaldo Ferreira

Rulliam de Oliveira Vidigal
Rulliam de Oliveira Vidigal
Diretor Responsável