

Janete Facco

**OS USOS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS DO SISTEMA
AQUÍFERO INTEGRADO GUARANI/SERRA GERAL -
SAIG/SG NO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ-SC**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Doutora em Geografia.

Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe

Florianópolis
2018

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

FACCO, Janete
OS USOS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS DO SISTEMA
AQUÍFERO INTEGRADO GUARANI/SERRA GERAL - SAIG/SG NO
MUNICÍPIO DE CHAPECÓ-SC / Janete FACCO ; orientador,
Luiz Fernando SCHEIBE, 2018.
318 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas,
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis,
2018.

Inclui referências.

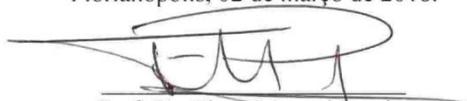
1. Geografia. 2. Aquífero Guarani. 3. Aquífero
Serra Geral. 4. Gestão integrada dos Recursos
Hídricos. 5. Município de Chapecó. I. SCHEIBE, Luiz
Fernando. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia.
III. Título.

Janete Facco

**Os usos e a qualidade das águas do Sistema Aquífero
Integrado Guarani/Serra Geral - SAIG/SG no
município de Chapecó-SC**

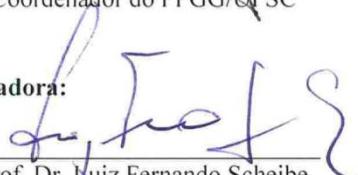
Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do
Título de “Doutor em Geografia”, e aprovada em sua forma
final pelo Programa de Pós-graduação em Geografia.

Florianópolis, 02 de março de 2018.

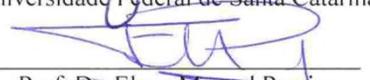


Prof. Dr. Elson Manoel Pereira
Coordenador do PPGG/UFSC

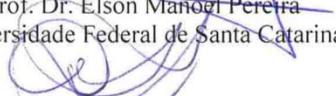
Banca Examinadora:



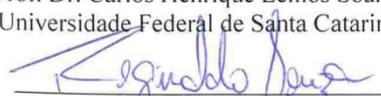
Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe
Universidade Federal de Santa Catarina



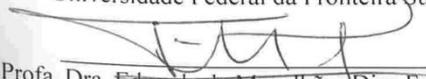
Prof. Dr. Elson Manoel Pereira
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Carlos Henrique Lemos Soares
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Reginaldo José de Souza
Universidade Federal da Fronteira Sul



Profa. Dra. Eduarda de Magalhães Dias Frinhani
Universidade do Oeste de Santa Catarina
(Videoconferência)

Prof. Dr. Elson Manoel Pereira
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Geografia/UFSC
Siape: 1159787-6

" Es que la roca lagrimea intensos llantos, aun sin llorar, y el viento corretea las nubes hasta encerrarlas en prodigiosas precipitaciones.

Y todo se transforma en ella, querida y dulcísima agua.

Y un cañón y otro cañón producen el grito de parto, porque nacen de esas entrañas los ríos puros y llenos de vida.

Cuanto por conservar, cuanto por proteger, cuanto por querer ...

José Antonio Pérsigo, 09/02/2018.

Dedicado al "Profe" Luiz, Sergio, Luciano y Zeca. (Catarinenses)"

DEDICATÓRIA

*À minha família, minha base, aos
amig@s considerados irm@os e ao
Universo que me proporcionou
saúde emanando energia positiva
durante esta trajetória!*

AGRADECIMENTOS

Agradecimento geral

Precisamos agradecer às várias pessoas e instituições que nos auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa, pois aqui se comprova que jamais se realiza esse trabalho sozinho. Seria difícil mencionar a todos, entretanto sou especialmente grata e tenho eterna gratidão:

Agradecimentos a Deus

Agradeço a Deus pela continuidade da vida e pelas oportunidades.

Agradecimento ao Orientador (meu guru)

Gratidão ao Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe pela dedicação e paciência, pelos ensinamentos (não só acadêmicos, mas de vida!), pelas correções e pela amizade! Nos momentos difíceis como o início dessa trajetória, onde havia perdido meu pai há um mês foste essencial, minha base em Florianópolis, longe da família, realmente um “norte” (orientador) para mim. Obrigada por ter confiado em mim na participação de vários projetos e ter aceitado o "desafio" desta orientação! Minha admiração por você não só como professor, pesquisador, mas como ser humano é enorme e será eterna! Esses quatro anos foram únicos, diferenciados, apenas, uma prévia do que virá pela frente! Muito, muito obrigada!! Gratidão!!!!

Agradecimento às instituições parceiras

Agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pelas experiências que aguçaram a percepção e a curiosidade, muito orgulhosa por ter estado aqui. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pesquisa durante as atividades no doutorado, tornou possível a realização desse sonho em minha vida: fazer um doutorado. Ao PPGGEO/UFSC, em especial a Renata e Helena da Secretaria, muito obrigada! Gratidão pelo apoio de sempre!

Agradecimento especial ao Projeto Rede Guarani Serra Geral (RGSG/SC), ao qual esta pesquisa se vincula, e ao Laboratório de Análise Ambiental e Permacultura (LAAM e Permacultura). Gratidão a todos que fazem parte disso tudo pela convivência e trocas de experiências durante os quatro anos do doutorado! Muito obrigada pelo conhecimento produzido e disseminado sobre a gestão das águas superficiais e subterrâneas, o qual foi muito importante, como referência, para a elaboração deste trabalho!

Agradecimentos à EPAGRI Chapecó, especialmente a Dr^a Adriana Lídia Santana Klock; à Unesco em Joaçaba, na pessoa da Dr^a Eduarda de Magalhães Dias Frinhani e em Campos Novos, com a Dr^a Analú Mantovani; ao Prof. Dr. Carlos Henrique Lemos Soares do Departamento de Bioquímica, do Centro de Ciências Biológicas (UFSC) e ao Prof. Dr. Jacir Dal Magro (Unochapecó) pelas inestimáveis contribuições nas análises de laboratório.

Ao Comitê dos Rios Chapecó, Irani e contíguos pelo apoio.

À Sociedade Amigos de Chapecó (SAC), especialmente aos senhores Alcides Ziglioli, Luiz Gemeli e Claudio Kracker, meu agradecimento pelo apoio institucional e financeiro para capacitação internacional relacionada à gestão local de recursos hídricos.

À Cap-Net Brasil e ao Instituto Ipanema, muito obrigada pelas inúmeras oportunidades de capacitação, as quais auxiliaram profundamente na temática pesquisada.

À Fapesc, MMA, ANA, CNPq e CAIXA, pelo financiamento do Projeto Rede Guarani/Serra Geral, que contribuiu para atividades de formação, trabalhos de campo e análises laboratoriais.

Agradecimento aos professores

Gratidão aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGeo – UFSC, pela convivência com a pesquisa e pelas trocas, pelas muitas oportunidades de aprendizado, pelos trabalhos de campo, pelas confraternizações.

Aos componentes de minha banca, Prof. Dr. Elson Manoel Pereira, Prof. Dr. Reginaldo José Souza, Prof^a. Dr^a. Eduarda de Magalhães Dias Frinhani e Prof. Dr. Carlos Henrique Lemos Soares, muito obrigada!

Ao Prof. Dr. Arthur S. Nanni pela dedicação, pela convivência, parceria e pelos ensinamentos sobre Quantum Gis e a Permacultura, tenha certeza que fizeste a diferença em minha vida! Gratidão pela oportunidade em fazer contigo meu estágio de docência contigo. Te levarei em meu coração! Muito, Muito obrigada!

Agradecimento à família e amigos

À minha família: preciso agradecer de forma especial ao meu amado esposo Loivo, você tem sido o melhor amigo, companheiro e incentivador que a vida me deu, sem você eu não teria conseguido chegar até aqui! Te amo para toda a vida! Obrigada por cuidar de mim, do nosso filho e de nossos patudos (Scooby, Toko e Penélope) nesse período que fiquei longe!

Ao meu filho Sival Junior, que nesse período iniciou sua vida acadêmica e profissional também, longe de mim, gratidão por me entender e apoiar a realização desse grande sonho chamado doutorado! Te amo mais que tudo!

À minha mãe Cledí que em todos os momentos esteve me apoiando, incentivando, rezando e torcendo muito por mim, dizendo para ter calma, paciência que tudo daria certo e que eu chegaria! Mãe, muito obrigada por estimular essa caminhada e mesmo longe, sempre comigo! Te amo, sei do significado para você, que conseguiu estudar até os anos primários, ter uma filha com doutorado, isso também me deu muita força para chegar!

À minha irmã Janice Facco, minha cara metade, incentivos emocionais e financeiros, além do apoio-base com meu filho. Minha gratidão, te amo demais!

Aos filhos patudos (cachorros) que não são apenas animais de estimação, mas membros da família: Scooby, Toko e Penélope, quando chegava me recepcionavam com lambidas, pulos, latidos e muita alegria.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa e aos pesquisadores do Projeto Rede Guarani Serra Geral (RGSG/SC) e Laboratório de Análise Ambiental e Permacultura (LAAM/GCN/UFSC), gratidão, especialmente a Luciano Henning, Leônidas Descovi Filho e Mariane Muniz Blank.

Às amigas Manuela Gazoni dos Passos, Daiane Regina Valentini e Fenanda Silveira Dutra, companheiras de trabalhos e irmãs na amizade e de coração, que fizeram parte da minha trajetória e continuarão presentes em minha vida com certeza: amo vocês! Gratidão por tudo!

Nessa etapa da vida acadêmica em que morei em Florianópolis, tive o privilégio de não só dividir apartamento com ela, Renata Biava, que se tornou minha guia na cidade, pela UFSC, parceira de chimarrão e inúmeras atividades, a qual a vida me deu como “filha do coração”. Renata, te levo para a vida toda! Gratidão por tudo!

À amiga de sempre Vera Lucia Fortes Zeni, parceira de caminhada na vida e no doutorado, gratidão por não ter desistido de mim nem nos momentos mais difíceis pelos quais passei!

Ao amigo, parceiro, essencial nesta pesquisa Fabio Luiz Carasek, me faltam palavras para agradecer tudo! Muito, muito obrigada, que nossa amizade e parceria seja duradoura, ainda temos um universo relacionado aos recursos hídricos muito grande para ser pesquisado, desvendado. Conte comigo sempre!

A tod@s @s amig@s que cruzaram o meu caminho nesta jornada, muito obrigada por todas as risadas, pelas confidências e pelos bons momentos, essa tese têm um pedacinho de cada um vocês!

Agradecimento especial

Como agradecer com palavras o que não pode ser feito?! À empresa LEÃO POÇOS ARTESIANOS (Chapecó-SC) pelos esforços no sentido de viabilizar as coletas de água subterrânea e as análises físico-químicas das amostras coletadas, e todo aporte dado desde o início da pesquisa. Jamais mediram esforços e tudo sempre foi possível de ser feito!

Ao geólogo Mariano Smaniotto (sócio proprietário), sua coleção de fragmentos de rochas e gemas me encantam! As conversas e esclarecimentos de qualquer dúvida foram essenciais nesta pesquisa, o relato de como tudo se transformou no decorrer das décadas em relação à perfuração de poços e exploração de água subterrânea no Oeste de Santa Catarina me instigaram cada vez mais a aprofundar essas questões. Muito, muito obrigada, conte sempre comigo!

Ao responsável pelo Departamento de Meio Ambiente da empresa, Fábio Luiz Carasek, que nunca mediu esforços para acompanhar todas as etapas da tese. Reconhecer seu valoroso papel nesta pesquisa é uma maneira de te dizer, muito, muito, muito obrigada!!!! Que nossa parceria perdure no futuro. Gratidão!

À equipe técnica da Leão Poços que me acompanharam em campo, especialmente para as coletas de água dos 105 poços. Meninos, obrigada pelas aventuras, risadas e perrengues vividos nos campos.

Homenagem *in memoriam*

Durante essa trajetória, pessoas queridas fizeram sua passagem para outra dimensão, causaram dor e tristeza e deixaram um grande vazio, porém, jamais serão esquecidos!

Um mês antes da minha mudança a Florianópolis para iniciar a caminhada no doutorado, meu amado pai Ivo Facco desencarnou, ocasionando uma mudança muito grande na minha vida. Pude sentir uma diversidade de sentimentos ao mesmo tempo: ainda no hospital, em dezembro pude compartilhar contigo a notícia de que havia entrado para o doutorado na UFSC, percebi sua felicidade e orgulho em saber que teria uma filha doutora! Mas infelizmente, meu pai partiu! Te amo para todo sempre! Gratidão por ter sido um pai simples, honesto e ter nos repassado valores que norteiam nossas vidas (minha e da minha irmã)! Muita luz! Te amo eternamente, paizinho.

À minha vó paterna, Elly Decker Facco, que desencarnou um ano e meio após seu filho (meu pai). Obrigada por acreditar em mim e me amar sempre! Continua sendo exemplo pra nós!

À Priscila Tereza Gomes, representante da Cap-Net Brasil e Instituto Ipanema, através das oportunidades para formações sobre recursos hídricos, acabamos tecendo uma linda amizade, até que a doença a levou! Muito obrigada por tudo, está no meu coração!

À Prof.^a Dr.^a. Magaly Mendonça (PPGGEU-UFSC), que parceria, quantos risos em nossos campos, nossos cafés foram eternizados, suas aulas simplesmente maravilhosas! Como agradecer pela amizade que cresceu a partir de sua disciplina de Climatologia! Acompanhei toda tua luta pela vida, foste guerreira, até o final. Partiste cedo e deixaste saudades! Gratidão! Muita luz!

Ao Prof. Dr. Joël Pellerin (RGSG/SC – UFSC), suas contribuições e pesquisas realizadas foram importantes, não serão jamais esquecidas.

A todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento desta tese:

Muito Obrigada!

PENSAMENTOS

*“Não importa se você é negro, branco, se tem olhos azuis, ou verdes ou escuros.... o importante é você ter Deus....e Ele não cria nada em vão, pois Ele vem em forma de **natureza...**”*

Bob Marley

*“Primeiro foi necessário civilizar o homem em relação ao próprio homem, Agora é necessário civilizar o homem em relação a **natureza e aos animais!**”*

Victor Hugo

RESUMO

A água é um recurso necessário para todas as formas de vida, bem como para o desenvolvimento das mais diversas atividades humanas. O constante aumento do uso da água para abastecimento e nos diversos setores econômicos do Brasil demanda investimentos em pesquisas para desenvolver políticas públicas efetivas através de modelos de gestão eficientes, com base em um olhar sistêmico e integrado sobre os recursos hídricos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas subterrâneas utilizadas no Município de Chapecó, considerando as principais formas de uso e visando a gestão integrada dos recursos hídricos. Foi realizado o levantamento de dados históricos através de jornais, imagens antigas, notícias e entrevistas com pioneiros na perfuração de poços no município. Também foram levantados dados atuais, confecção de mapas de uso do solo e da rede de atendimento de esgoto no município. Para tratar da percepção ambiental da população, foram aplicados mil questionários aos munícipes e realizada a análise dos planos ambientais existentes no município. Para avaliar a qualidade da água foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas de amostras de 105 poços profundos. Para avaliar possíveis pontos de contaminação por derivados de petróleo analisou-se a água de 25 poços no meio urbano, em pontos estratégicos. Em outros 25 poços do meio rural a água foi coletada para análise de presença de Glifosato. Para análise dos dados foi considerado o método de análise Geossistema-Território-Paisagem – GTP, que considera dados históricos e atuais. Para análise dos resultados da qualidade da água subterrânea e sua classificação, recorreu-se ao programa QualiGraf. Nas águas subterrâneas constatou-se amostras de alguns poços com parâmetros de turbidez, pH, ferro, manganês e coliformes totais e termotolerantes em desconformidade com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Com os resultados do Diagrama de Piper, foi possível alertar que nove poços do Aquífero Serra Geral apresentaram risco médio de presença de sódio e salinidade para uso na irrigação. Já as cinco amostras de água de poços no Aquífero Guarani apresentaram valores de sódio e salinidade que indicam restrições para irrigação. Percebe-se que a área pesquisada possui um arranjo do território e da paisagem que é resultado de diversos princípios, fatos e acontecimentos que provocaram modificações constantes no decorrer do processo histórico até os dias atuais, revelando possibilidades e debilidades, como consequências dos impactos socioambientais.

Palavras chave: Aquífero Guarani, Aquífero Serra Geral, Gestão integrada dos Recursos Hídricos, Município de Chapecó.

ABSTRACT

Water is a necessary resource for every way of life, as well as the development of all kinds of human activity. The constant increase of the water use for supplying and in many Brazilian's economic sectors requires investments in researches to develop effective public policies throughout efficient management models, by systemic and integrated approaches about hydric features. This paper's purpose was to evaluate the groundwater quality used in Chapecó city taking in to account all the main uses aiming the integrate management of the hydric features. The survey data collection was accomplish through journals, old images, news and interviews with well drilling pioneers in Chapecó. Nowadays data was also collected, confection of soil's maps and the sewage system support in the city. To look after the citizen's environmental perception, were applied a thousand questionnaires to residents and then was accomplished the environmental plans analysis existent in the county. The water quality was measured by microbiological and physicochemical analysis of 105 deep water-wells samples. To evaluate possible contaminated areas with oil, was analyzed the water of 25 water-wells in the urban area and strategic areas. In others 25 wells in the rural area, the water was collected to verify the presence of glyphosate. For the data analysis, was taking into account the geosystem-territory-landscape method – GTP, which considered ancient and recent data. For groundwater results analysis and ranting, it was used the QualiGraf program. In the groundwater's samples appeared turbidity parameters, pH, iron, manganese, total coliforms and thermotolerants in disagreement with ordinance 2914/2011 of the Ministry of Health. With the Piper's Diagram results was possible to alarm that nine Serra Geral Aquifer, presented medium danger of sodium and salinity for irrigation use. Concurrently, the five Guarani Aquifer's water samples presented levels of sodium and salinity which indicate restriction on irrigation use. As a result there is - in the researched area - territory and landscape arrangements, which is the results of many principles, facts, and events that have provoked ongoing changes until today revealing possibilities and debilities as consequences of social-environmental impact.

Keywords: Guarani Aquifer, Serra Geral Aquifer, integrate management of the hybrid features, Chapecó city.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização de Chapecó na RH2.....	43
Figura 2 - Localização do município de Chapecó	48
Figura 3 Tipos de rochas armazenadora de água.....	52
Figura 4 - Enquadramento de aquíferos, segundo usos humanos.....	65
Figura 5 - Visão integrada para análise sistêmica dos recursos hídricos	83
Figura 6 - Mapa geológico e seção geológica esquemática do estado de Santa Catarina	87
Figura 7 - Fraturas na Formação Serra Geral	90
Figura 8 - Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná	92
Figura 9 - Domínios hidrogeológicos de Santa Catarina.....	95
Figura 10 - Interação química das águas no Sistema Integrado SAG/SASG	99
Figura 11 - Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina.....	103
Figura 12 - Regiões hidrográficas e principais unidades litoestratigráficas, e distribuição espacial dos poços cadastrados no estado de Santa Catarina	106
Figura 13 - Regiões Hidrográficas e nº de poços cadastrados.....	108
Figura 14 - Unidades Geológicas na Região Hidrográfica 2.....	112
Figura 15 - Estimativa da qualidade da água em Santa Catarina.	117
Figura 16 - Mapa do município de Chapecó, 1930.	122
Figura 17 - Município de Chapecó-SC e sua Hidrografia, com destaque para a sub-bacia do Lajeado São José (traço vermelho).....	133
Figura 18 - Cursos d'água urbanos de Chapecó-SC	137
Figura 19 - Localização do município de Chapecó no contexto nacional e estadual.....	140
Figura 20 - Curva de calibração Glifosato	149
Figura 21 - Sistema GOD para avaliação da vulnerabilidade de aquíferos	154
Figura 22 - Rios e córregos no passado e no presente na paisagem urbana de Chapecó.	161
Figura 23 - Precipitações anuais de Chapecó (1969- 2015)	167
Figura 24 - Altimetria e declividades no município de Chapecó-SC..	187
Figura 25 - Mapa uso da terra do município de Chapecó-SC	193
Figura 26 - Rede coletora de esgotamento sanitário de Chapecó-SC..	199
Figura 27 - Localização dos poços analisados	211
Figura 28 - Imagens de alguns poços amostrados	212
Figura 29 - Poço abandonado.....	218

Figura 30 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para o pH	222
Figura 31 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Magnésio.....	225
Figura 32 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Ferro.	226
Figura 33 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Manganês.....	227
Figura 34 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Escherichia coli.....	230
Figura 35 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Nitrato.	233
Figura 36 - Diagrama de Piper para poços do SASG.....	238
Figura 37 - Classificação das águas do SASG para Irrigação.....	241
Figura 38 - Diagrama de Piper para águas do SAG.....	246
Figura 39 - Classificação das águas do SAG para Irrigação.....	248
Figura 40 - Vulnerabilidade para o SASG em Chapecó-SC.....	252
Figura 41 - Seção Estratigráfica do Município de Chapecó – SC.....	255
Figura 42 - Unidades elementares para o município de Chapecó, de acordo com o olhar bertrandiano.	260
Figura 43 - Sistema GTP a partir de Bertrand para Chapecó.....	262

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Números do Setor Primário da Microrregião de Chapecó-SC (2016-2017).....	42
Quadro 2 - Legislação e Normativas nacionais sobre águas subterrâneas	67
Quadro 3 - Legislação e Normativas Catarinenses para águas subterrâneas.....	71
Quadro 4 - Legislação municipal a ser usada nas análises da pesquisa. 72	
Quadro 5 - Evolução populacional de Chapecó de 1940 até 2017	126
Quadro 6 - Síntese dos três Planos Municipais (Plano Diretor, Saneamento e de Resíduos).....	205
Quadro 7 - Profundidade dos poços no SASG	207
Quadro 8 - Profundidade poços no SAG.....	208
Quadro 9 - Sumário estatístico das análises realizadas das águas subterrâneas para a área de estudo (Município de Chapecó-SC)	221
Quadro 10 - Relação pH , Alcalinidade Total e cloreto	243

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de potabilidade, Portaria N° 2914, de 12 de dezembro de 2011	74
Tabela 3 - Manchetes de jornais entre os anos de 1946 até 2017.....	169
Tabela 4 - Oxigênio Dissolvido para poços SASG/SAG	219
Tabela 6 - Valores dos índices para diferentes aquíferos	249
Tabela 7 - Parâmetro distância (profundidade)	250
Tabela 8 - Parâmetro Solo.....	250
Tabela 9 - Classificação da vulnerabilidade.....	251

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA – Agência Nacional de Águas
APP - Áreas de Preservação Permanente
BTEX - Hidrocarbonetos (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e os Xilenos)
CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIDASC – Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CIDEMA - Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Econômico, Social e Meio Ambiente
Cfa - *Clima* mesotérmico úmido com verão quente
Cfb - Clima mesotérmico úmido com verão fresco
Cl - Cloreto
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)
CE - Condutividade elétrica
CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CEOM - Centro de Memórias do Oeste
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CO₂ - Gás carbônico
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
E.P – Erro Padrão
FATMA - Fundação do Meio Ambiente
FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GTP - Geossistema, Território, Paisagem
GPS - Sistema de Posicionamento Global
GODS- Groundwater Hydraulic Confinement
HNO₃- Ácido Nítrico
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
ID - Chave numérica
m.a. – Milhões de anos
NMP - Número mais provável
NH⁴⁺ – Amônia
NO₂⁻ – Nitrito
NO₃⁻ – Nitrato
OD - Oxigênio dissolvido
ONU – Organização das Nações Unidas
PCHs - Pequenas Centrais Hidrelétricas

pH - Potencial Hidrogeniônico
PDC - Plano Diretor de Chapecó
PIB - Produto Interno Bruto
PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico
PMRS - Plano Municipal de Resíduos Sólidos
ppm – Parte por milhão
PROESC - Projeto Oeste de Santa Catarina
PROGAP – Programa de Poços e Açudes
PUA - Plano de Utilização da Água na Mineração
PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente
QGis - Programa de geoprocessamento Quantum Gis
RH2 – Região Hidrográfica 2
SIMAS - Sistema de Informações Municipais de Águas Subterrâneas
SAG – Sistema Aquífero Guarani
SASG – Sistema Aquífero Serra Geral
SAIG/SG - Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral
SHPRH – Sistema Integrado Plano de Recursos Hídricos (Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó)
SINDAG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos Agrícolas
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SNO – Secretaria dos Negócios do Oeste
UTM - Universal Transversa Mercator
USSL - United States Salinity Laboratory
VMP - Valor máximo permitido
WHO - World Health Organization

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	33
1.1 PROBLEMA E PERGUNTAS DE PESQUISA	36
1.2 HIPÓTESES	36
1.3 JUSTIFICATIVA	37
1.4 OBJETIVOS	46
1.4.1 Objetivo Geral	46
1.4.2 Objetivos Específicos	46
1.4.3 Localização da Área de Estudo	47
2 ASPECTOS GERAIS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	49
2.1 GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH) ..	49
2.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	49
2.3 AQUÍFEROS	51
2.3.1 Sistema Aquífero Serra Geral (SASG)	53
2.3.2 Sistema Aquífero Guaraní (SAG)	53
2.4 TIPOS DE POÇOS	54
2.5 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	54
2.5.1 Turbidez	56
2.5.2 Condutividade Elétrica (CE)	56
2.5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)	57
2.6 METAIS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	57
2.6.1 Metais	57
2.6.2 Ferro	58
2.6.3 Manganês	58
2.6.4 Magnésio	58
2.6.5 Cloretos	58
2.6.6. Sulfato	59
2.6.7 Nitrato	59

2.6.8 Sódio	59
2.6.9 Cálcio	59
2.6.10 Potássio	60
2.7 GLIFOSATO	60
2.8 DERIVADOS DE PETRÓLEO: HIDROCARBONETOS (BENZENO, TOLUENO, ETILBENZENO E OS XILENOS) – BTEX	61
2.9 AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS SOB PERSPECTIVA JURÍDICA	61
2.9.1 Âmbito Nacional	62
2.9.2 Âmbito do Estado de Santa Catarina	69
2.9.3 Âmbito Município de Chapecó	71
2.9.4 Legislação brasileira para potabilidade das águas subterrâneas	72
3 CATEGORIAS DE ANÁLISE	75
3.1 APONTAMENTOS INTRODUTÓRIOS: A IMPORTÂNCIA NA DEFINIÇÃO DO MÉTODO	75
3.2 FERRAMENTA PARA INTERPRETAÇÃO ENTRE SOCIEDADE E RECURSOS NATURAIS: GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO, PAISAGEM (GTP)	75
3.2.1 Geossistema	77
3.2.2 Território	78
3.2.3 A Paisagem: reciprocidade entre o natural e o social	80
4 SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DE SANTA CATARINA	85
4.1 CHAPECÓ NA REGIÃO HIDROGRÁFICA 2	105
4.2 O GEOSSISTEMA, A PAISAGEM NO TERRITÓRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CHAPECÓ	109
4.3 RESGATE HISTÓRICO: A COLONIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ-SC	119
4.3.1 Os recursos hídricos e a paisagem no território municipal de Chapecó-SC: um olhar para o passado	126
5 MATERIAIS E MÉTODOS	139

5.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	139
5.2 ÁREA DE ESTUDO.....	139
5.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	140
5.3.1 Levantamento de dados históricos dos usos das águas subterrâneas.....	140
5.3.2 Imagens dos rios antigos	141
5.3.3 Notícias.....	141
5.3.4 Entrevistas	141
5.3.5 Levantamento de dados atuais dos usos das águas subterrâneas.....	142
5.3.6 Mapa do uso da terra	142
5.3.6.1 Elaboração do mapa de localização dos poços.....	142
5.3.6.2 Mapa de atendimento da rede de coleta de esgoto de Chapecó.....	143
5.3.7 Aplicação de questionário.....	144
5.3.8 Análise ambiental dos Planos Municipais.....	144
5.3.9 Mapeamento dos poços	145
5.3.10 Glifosato	149
5.3.11 Derivados de Petróleo: Benzeno, Tolueno, Etil-benzeno e Xilenos - BTEX.....	149
5.3.12 Construção do mapa estratigráfico.....	150
5.4 ANÁLISE DOS DADOS	151
5.4.1 Diagrama de Piper	151
5.4.2 Diagrama de Classificação da água para irrigação USSL-United States Salinity Laboratory	152
5.4.3 GODS- Groundwater Hydraulic Confinement.....	153
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	157
6.1 HISTÓRICO DOS USOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ-SC.....	157
6.1.1 Eventos hidrológicos históricos e o presente dos rios e córregos na paisagem de Chapecó.....	157

6.1.2 Relação da população com as águas urbanas e alguns eventos climáticos	165
6.1.3 Primeiras explorações de águas subterrâneas em Chapecó ..	177
6.1.4 Aumento da demanda pelo uso das águas subterrâneas	179
6.2 A RELAÇÃO DO USO DA TERRA COM A APROPRIAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	185
6.2.1 Uso da terra no território de Chapecó-SC.....	189
6.3 PERCEPÇÃO AMBIENTAL E A PAISAGEM NO TERRITÓRIO MUNICIPAL	195
6.3.1 Percepção ambiental da população: saneamento, resíduos sólidos e recursos hídricos no município de Chapecó-SC.....	195
6.4 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ.....	207
6.4.1 Qualidade da água do Aquífero Serra Geral no território rural de Chapecó-SC	219
6.4.1.1 Indicadores físico-químicos, Metais e Microbiológicos	219
6.4.1.2 Glifosato.....	234
6.4.1.3 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos- BTEXs.....	235
6.4.2 Diagrama de Piper Para Águas do Sistema Serra Geral – SASG	236
6.4.3 Classificação das águas do Sistema Aquífero Serra Geral - SASG para Irrigação	239
6.4.5 Qualidade da Água no Sistema Aquífero Guarani – SAG	242
6.4.5.1 Indicadores físico-químicos	242
6.4.5.2 Indicadores Microbiológicos.....	244
6.4.6 Diagrama de Piper para águas do Sistema Aquífero Guarani – SAG	245
6.5 ANÁLISE DA VULNERABILIDADE DE CONTAMINAÇÃO – MÉTODO GODS.....	249
6.6 SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ – SC.....	253

6.7 GEOSSITEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM - GTP: UM OLHAR PARA O MUNICÍPIO DE CHAPECÓ-SC	257
6.7.1 As unidades elementares para o município de Chapecó.....	257
6.7.2 Contextualizando o Sistema GTP para o território municipal de Chapecó-SC	261
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	263
REFERÊNCIAS	269
APÊNDICES.....	295

INTRODUÇÃO

Cada ser humano possui um olhar específico e particular a respeito da água, atribuindo-lhe importância e significados, conforme sua experiência pessoal e seu grau de conhecimento sobre seus usos, o que vai implicar na maneira como cada um vai se relacionar com ela.

A água é um recurso necessário para as mais diversas atividades humanas, e são muitos os fatores que contribuem para sua escassez e/ou poluição: agrotóxicos, falta de saneamento (urbano e rural), desperdício, resíduos industriais, etc.

O constante aumento do uso da água para abastecimento e nos diversos setores econômicos do Brasil e conseqüentemente, os problemas gerados por tal demanda, requerem investimentos em pesquisas para que seja possível pensar em políticas públicas efetivas, em modelos de gestão que sejam eficientes, tornando-se indispensável um olhar sistêmico e integrado sobre os recursos hídricos, envolvendo suas inter-relações: superficiais/ subterrâneos, urbanos/ rurais, quantidade/qualidade.

A falta de respeito por essas inter-relações e a despreocupação com qualidade e quantidade de água potável já coloca o Brasil como um país que possui diversos problemas relacionados à falta de água, levando a um aumento exponencial da extração das águas subterrâneas, o que requer mais conhecimento e melhor governança. É necessário saber que a falta de saneamento – tratamento de água, de esgoto dos resíduos urbanos - ou a ineficiência desses serviços contaminam não somente as águas superficiais, mas também, as subterrâneas.

Conforme Feitosa e Manoel Filho (2000), a academia tem tratado com destaque a temática das águas subterrâneas, a hidrogeologia, pois nada aponta para a redução da poluição dos aquíferos pelas atividades humanas. De acordo com os mesmos autores, a poluição dos aquíferos mais facilmente acessíveis ao homem e, conseqüentemente, os mais utilizados, não cessa de crescer. No que se refere às fontes de contaminação das águas subterrâneas, a Agência Nacional de Águas (ANA), destaca que:

As atividades antrópicas representam risco aos aquíferos e à qualidade das águas subterrâneas: proliferação de poços construídos sem critérios técnicos, a falta de saneamento, a disposição e tratamento inadequados dos resíduos sólidos, uso de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura. O

manuseio de produtos tóxicos contaminantes sem a adoção de normas adequadas e a ocorrência de acidentes ou vazamentos nos processos produtivos, de transporte ou de armazenamento de matérias primas e produtos da indústria, contaminação do subsolo por derivados do petróleo, atividade mineradora e os cemitérios também são fontes de contaminação (ANA, 2005, p. 34).

Para REBOUÇAS (2015, p 33) “as águas subterrâneas, notável patrimônio nacional, vêm sendo rapidamente apropriadas pelos setores econômicos dominantes, e ainda estão desprotegidas jurídica e institucionalmente, tanto em nível federal, estadual e municipal. ”

Sobre a fragilidade na fiscalização e aumento na contaminação das águas subterrâneas no Brasil, para Feitosa e Manoel Filho (2000, p.5) um dos grandes desafios “associa-se à necessidade de conhecimentos para bem planejar e administrar, tanto os diversos usos quanto a proteção da água subterrânea. ”

Contudo, uma das soluções oportunas e bastante visada atualmente em âmbito nacional quando se discutem alternativas para a crise hídrica é a exploração¹ das águas subterrâneas. Uma riqueza existente no subsolo que necessita de conhecimento, planejamento e gestão por parte dos governantes, empresas e sociedade civil visando o uso racional desse recurso, pois “a gestão sustentável e democrática dos recursos hídricos continua sendo um desafio aberto no país que possui cerca de 12% de toda água doce do planeta” (TREVISOL; SCHEIBE (Org), 2011, p. 8), desafiando a gestão integrada das águas superficiais e subterrâneas.

Sobre a água doce disponível na Terra, Manoel Filho (2000, p 6), afirma: “pouco mais de 97% encontra-se no subsolo e menos de 3% provêm das águas de superfície”; isso reafirma a preocupação pela falta de controle na utilização das águas subterrâneas no Brasil, onde os dados atuais não permitem fazer estimativas sem erros significativos. Ainda, conforme Manoel Filho (2000) os dados do IBGE do ano de 1991 revelam que 61% da população brasileira era abastecida por água subterrânea, sendo 43% através de poços tubulares, 12% por fontes ou nascentes e 6% por poços escavados.

¹ Exploração econômica de recursos naturais, segundo Dicionário com Termos para Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas – ANA.

Com referência à exploração e à qualidade das águas subterrâneas, (ANA, 2005, p 8), “o Brasil ainda apresenta uma deficiência séria no conhecimento do potencial hídrico de seus aquíferos”. Os poucos estudos sobre águas subterrâneas existentes são regionais e desatualizados. Ainda, conforme a ANA:

No Brasil, 15,6 % dos domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea, 77,8 % usam rede de abastecimento de água e 6,6 % usam outras formas de abastecimento (IBGE, 2002a). É importante destacar que, entre os domicílios que possuem rede de abastecimento de água, uma parte significativa usa água subterrânea. Embora o uso do manancial subterrâneo seja complementar ao superficial em muitas regiões, em outras áreas do país, a água subterrânea representa o principal manancial hídrico. Ela desempenha importante papel no desenvolvimento socioeconômico do país (ANA, p 7, 2005).

A captação das águas subterrâneas para abastecimento de médias e pequenas cidades no Brasil, de acordo com Rebouças (1998), é até dez vezes mais barata, embora seja menos fotogênica; o que falta seria a atuação dos órgãos responsáveis pelo controle das condições de uso e proteção das águas subterrâneas, fazendo com que o extrativismo ainda seja a forma dominante.

Concordando com Scheibe (2004, p. 320), “na perspectiva da geografia, o meio ambiente será necessariamente o ambiente em que o homem vive, e não o ambiente natural, em que o homem supostamente não está”. Estamos subordinados diretamente ao ambiente natural, necessitando aproveitá-lo e transformá-lo para nele viver, e, passamos a considerá-lo como meio ambiente do homem (SCHEIBE, 2004).

Porto-Gonçalves (2011), afirma que estamos diante de uma crise que ao mesmo tempo é uma crise energética, que tem aquecimento global, crise de biodiversidade, crise de perda de solo, além de processos específicos ligados à água. “Estamos diante de uma crise de caráter civilizatório” (PORTO GONÇALVES, 2011, p. 24).

Diante desse panorama dos recursos hídricos no território nacional, surge a necessidade de pesquisar a realidade local, isto é, das águas (subterrâneas) no município de Chapecó-SC através de análise sistêmica e integrada.

1.1 PROBLEMA E PERGUNTAS DE PESQUISA

Atualmente, no município de Chapecó, o controle na perfuração de poços não é efetivo, o que pode favorecer a poluição das águas subterrâneas via poços perfurados inapropriadamente e/ou funcionando em condições inadequadas, além de provocar riscos à saúde humana e do ambiente. Isso, porque, ocorrem muitas perfurações clandestinas, sem o acompanhamento de profissionais da área da hidrogeologia.

O Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó (Santa Catarina, 2009), diagnostica as áreas de vulnerabilidade e os problemas relacionados aos recursos hídricos e a necessidade cada vez maior de ter um plano de gestão integrada na bacia para que haja sustentabilidade das atividades econômicas e também água potável para as pessoas.

De acordo com este Plano (Santa Catarina, 2009), somente a área do Município de Chapecó consome o correspondente a 34% do volume de água subterrânea captada pelos pontos de captação oficialmente existentes na Bacia do Rio Chapecó e apresenta problemas relacionados à quantidade e qualidade da água superficial.

No intuito de problematizar o cenário das águas subterrâneas no município de Chapecó-SC, visando a gestão integrada dos recursos hídricos foram elaboradas as seguintes perguntas de pesquisa:

- ✓ Qual a relação do uso do solo com a qualidade das águas subterrâneas no município de Chapecó- SC?
- ✓ Quais fatores influenciaram a utilização das águas subterrâneas no município de Chapecó-SC?
- ✓ A inviabilização do uso das águas subterrâneas e a falta de preocupação na gestão dos recursos hídricos superficiais no município podem impactar negativamente os setores econômicos no município de Chapecó-SC?

1.2 HIPÓTESES

Diante da problemática, formularam-se as seguintes hipóteses:

- O uso do solo (terra) pode estar influenciando a qualidade das águas subterrâneas, através dos poços mal construídos e sem manutenção desse município;
- A falta de controle na perfuração de poços pode impactar a disponibilidade da água subterrânea, especialmente quando não

manuseados de maneira correta e de forma integrada com as águas superficiais.

- A inviabilização do uso das águas subterrâneas no município de Chapecó-SC pode impactar negativamente o abastecimento humano, bem como os setores econômicos, caso não haja a preservação e proteção dos recursos hídricos superficiais.

1.3 JUSTIFICATIVA

Existe necessidade de investir no conhecimento dos aquíferos e das águas subterrâneas para o desenvolvimento da gestão integrada dos recursos hídricos se tornar possível. Conhecedores da realidade regional e cientes de suas responsabilidades perante a mesma, pesquisadores de universidades e instituições de pesquisa de Santa Catarina, do Rio Grande do Sul e do Paraná propuseram a formação da Rede Guarani/Serra Geral, com o objetivo de gerar conhecimento para a gestão integrada das águas superficiais e das águas subterrâneas, visando o aproveitamento e a conservação das águas do SAIG/SG, no ano de 2004, (REDE GUARANI/SERRA GERAL, 2015, p. 13).

O projeto Rede Guarani/Serra Geral- RGSG possui seis (6) grandes Metas, sendo elas a (1) caracterização e levantamento de dados; (2) avaliação da qualidade da água; (3) estudos de políticas públicas; (4) análise dos aspectos jurídicos; (5) extensão tecnológica e capacitação; (6) consolidação e ampliação da Rede Guarani/Serra Geral (REDE GUARANI/SERRA GERAL, 2015).

Nesse sentido, esta pesquisa se insere no grande projeto chamado de Rede Guarani/Serra Geral, cujo objetivo principal é a:

Produção de conhecimento compartilhado sobre a gestão sustentável das águas superficiais e subterrâneas, além da elaboração de um modelo jurídico legal e de gestão para o uso e conservação do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG), no sul do Brasil, por meio de uma Rede de Pesquisa Regional de Universidades e Centros de Pesquisas e da proposição de um marco legal com vistas à gestão transfronteiriça do Sistema (REDE GUARANI/SERRA GERAL, 2015, p. 15).

O principal fato que justifica esta pesquisa é a falta de informações sobre a qualidade das águas subterrânea existentes no

município de Chapecó, cenário que se contextualiza em todo Oeste Catarinense, pertencente à Região Hidrográfica 2. A Concessionária responsável pelo abastecimento público de Chapecó não consegue atender a toda demanda urbana com seu sistema, justificando a busca incessante da população, empresas e agroindústrias por fontes alternativas de águas - nesse caso, os poços tubulares profundos. No meio rural o contexto não é diferente: cada proprietário precisa dar conta de água para consumo humano, dessedentação animal e para as atividades econômicas de sua propriedade.

A região oeste dos estados de Santa Catarina e do Paraná, assim como a região norte e noroeste do Rio Grande do Sul, têm como principal fonte de águas subterrâneas o Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (REDE GUARANI/SERRA GERAL, 2015).

A busca pela caracterização da qualidade das águas subterrâneas utilizadas, através dos poços em Chapecó permite ampliar o olhar na proposição de ações alternativas possíveis de serem colocadas em prática. Através da união entre o Poder Público e a sociedade com objetivo de conservar as águas subterrâneas, poder-se-á propor condições de sustentabilidade e cidadania.

O Município de Chapecó possui um arranjo do território e da paisagem que é resultado de diversos princípios, fatos e acontecimentos que provocaram modificações constantes no decorrer do processo histórico até os dias atuais, revelando possibilidades e debilidades, como consequências dos impactos socioambientais. Como um dos mais importantes entraves está a carência de água superficial: em quantidade, de forma ocasional e/ou esporádica, e em qualidade, devido à contaminação dos córregos e rios. Pretende-se conhecer o cenário local, buscar entender as inter-relações que interferem nos elementos desse espaço geográfico e avaliar qual é o papel das águas subterrâneas nesse contexto. Confirmando essa realidade local, apresenta-se a seguinte descrição:

Além das questões ligadas à produção e industrialização de aves e suínos, nos últimos anos tem-se constatado a ocorrência de severas estiagens, obrigando à tomada de providências urgentes entre as quais o transporte de água por caminhões e o recurso cada vez mais frequente ao uso da água subterrânea, especialmente através de poços no Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), sendo que somente na cidade de Chapecó estima-

se a ocorrência de mais de mil poços operados por entidades privadas e pessoas físicas, sem cadastramento eficiente e qualquer controle efetivo, colocando em risco a sustentabilidade desse imprescindível recurso para o abastecimento público (REDE GUARANI/SERRA GERAL, p.22, 2015).

Ações antrópicas provocam forte influência sobre a qualidade dos recursos hídricos em escala global. Localmente na área deste estudo, que é o município de Chapecó-SC, as principais atividades econômicas desenvolvidas estão ligadas ao setor primário - produção de grãos, aves, suínos e gado leiteiro - e ao setor secundário - beneficiamento de matéria prima proveniente do setor agropecuário, o que requer o uso crescente de água de boa qualidade em grande escala. Outro uso das águas no Oeste Catarinense que atualmente requer destaque é a proliferação das Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs, para produção de energia, que também alteram o cenário ambiental dessa área. “A água é um fenômeno vivo e um fenômeno social ao mesmo tempo” diz Porto Gonçalves (2011, p. 37), e na região oeste catarinense possui papel fundamental no desenvolvimento das atividades econômicas.

As estiagens, por sua vez, contribuem para a diminuição da disponibilidade hídrica em muitos lugares. O Oeste de Santa Catarina vem sofrendo cada vez mais, com as estiagens, que a cada ano, se tornam mais frequentes e mais prolongadas, o que também pode ser observado no Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina, (HERRMANN, 2006).

Nesse cenário, tem-se observado o aumento constante do uso de água subterrânea, o que pode levar a situações de superexploração do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), levando, por sua vez, muitos poços ao esgotamento da disponibilidade hídrica. Ademais, o aumento da carga de efluentes das atividades rurais e urbanas pode contaminar as águas superficiais e subterrâneas. “Muitas destas perfurações, para não dizer sua grande maioria, vêm sendo concluídas sem o devido consenso e registro dos órgãos de gestão e de forma a não reverter em dados, mesmo que pontuais, sobre os aquíferos e os respectivos poços” (SILVA; KIRCHHEIM 2011, p. 2).

Além do aumento no consumo de água também tem ocorrido o comprometimento de sua qualidade, especialmente da água superficial que tem como principais fontes de contaminação o setor agropecuário, industrial e os esgotos gerados nas cidades. O comprometimento da

qualidade da água superficial para determinados usos, associado à crescente demanda, tem levado a um aumento significativo na exploração e consumo de água subterrânea, principalmente aquela no SASG, justamente por ser de menor custo.

Nada mais instigante que conhecer os problemas, desafios, fragilidades e potencialidades do local onde se vive para desafiar-se na busca de alternativas que possam melhorar a qualidade de vida da população mantendo o meio em equilíbrio. Tarefa nada fácil levando-se em consideração as diversas variáveis que se apresentam em constante transformação: o econômico, o social, o ambiental e o humano.

Chapecó é o maior município da RH2 (e do Oeste do Estado), possui uma população de 213.279 habitantes, (IBGE, 2017), onde se localizam as maiores agroindústrias de transformação de carne, (SANTA CATARINA, 2009); tem Produto Interno Bruto - PIB de R\$ 7.713, 607 e Índice de Desenvolvimento Humano - IDH de 0,790 (IBGE, 2010). A Região Metropolitana de Chapecó possui cerca de 400.000 habitantes (IBGE, 2013). O parque industrial está se diversificando, e no ranking estadual é o 4º maior parque industrial (SANTA CATARINA, 2016). Além das agroindústrias de transformação de carnes, possui indústrias nos setores metalomecânico (produção de equipamentos frigoríficos), plásticos, embalagens, bebidas, software e biotecnologia. A construção civil e o comércio são outros segmentos de grande relevância no município, (SEBRAE, 2013; IBGE, 2017; FIESC, 2017).

Chapecó possui uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, a Floresta Nacional de Chapecó, que é administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. A UC conta com uma fauna diversificada, inclusive com algumas espécies ameaçadas de extinção. A vegetação, além das diversas espécies nativas, caso da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), é composta por pinus e eucaliptus. Apesar da predominância de espécies exóticas, constitui um importante espaço na paisagem regional, pelas funções ambientais exercidas pela floresta, além de possuir inúmeras nascentes de água (ICMBio, 2018).

Entender a complexidade da vida humana e as fragilidades dos sistemas é indispensável na busca pelo conhecimento, o que possibilita a construção de alternativas viáveis para uma convivência mais harmoniosa entre os seres humanos e o meio natural - ampliando o conhecimento hidrológico para subsidiar a implantação de um sistema de gestão integrada entre as águas subterrâneas e as superficiais, nesse território pesquisado, que forneça informações e ferramentas para

minimizar as vulnerabilidades que colocam em risco a saúde humana e viabilizar a sustentabilidade dos sistemas, (econômico, saúde, social, ambiental).

O município de Chapecó-SC, apesar de não diferir substancialmente de outros locais ocupados pelo homem no que se refere aos recursos naturais, que foram degradados durante o processo de colonização, possui traços próprios quanto às interferências e as modificações nos elementos naturais deste espaço geográfico que ocorreram nas últimas décadas, incluindo significativamente as atividades agrícolas como a criação de gado leiteiro, aves, suínos e a produção de grãos, o que interferiu diretamente na paisagem e recursos hídricos do local. Como Chapecó é o principal município da Microrregião do mesmo nome, que abrange 38 municípios², no Quadro 1 apresentam-se os números relacionados às áreas cultivadas na Microrregião de Chapecó e as quantidades obtidas nas safras 2016/2017; o número de animais abatidos no ano de 2016, conforme Epagri/Cepa (2016-2017) e a existência de 1. 773 produtores de frango na mesma Microrregião de Chapecó. Outro número apresentado se refere à produção leiteira da Microrregião no ano de 2015. Analisando esses números pode-se ter uma ideia da quantidade de água necessária somente para suprir essas atividades, bem como a necessidade de rígidos controles para a disposição final dos dejetos produzidos por esses animais³.

² Municípios da Microrregião de Chapecó: Aguas de Chapecó, Águas Frias, Bom Jesus do Oeste, Caibi, Campo Erê, Caxambu do Sul, Chapecó, Cordilheira Alta, Coronel Freitas, Cunha Porã, Cunhataí, Flor do Sertão, Formosa do Sul, Guatambu, Iraceminha, Iratí, Jardinópolis, Maravilha, Modelo, Nova Erechim Nova Itaberaba, Novo Horizonte, Palmitos, Pinhalzinho, Planalto Alegre, Quilombo, Saltinho, Santa Terezinha do Progresso Santiago do Sul, Saudades, Serra Alta, Sul Brasil, São Bernardino, São Carlos, São Lourenço do Oeste, São Miguel da Boa Vista, Tigrinhos, União do Oeste.

³ A quantidade de água utilizada nessas atividades é significativa: para o cultivo de milho, se utiliza uma média de 4.500 m³/ha, soja 6.000 m³/ha, (PALHARES, 2012) e feijão 5.050 L/Kg ou trigo 1.800 L/Kg, (STRASBURG; JAHNO, 2015); e na criação de frangos 3,4 L/kg (PALHARES, 2012), bovino 15.500 L/kg e suínos 4.800 L/Kg (STRASBURG; JAHNO, 2015).

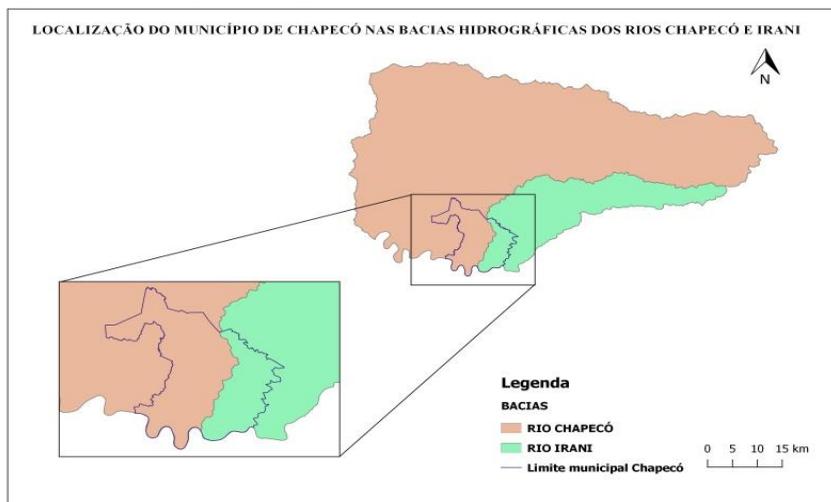
Quadro 1 - Números do Setor Primário da Microrregião de Chapecó-SC (2016-2017)

Cultura	Quantidade Plantada (ha)	Quantidade Produzida (toneladas)	Safra/Ano
Feijão	4.564	3.763	2016/2017
Mandioca	2.895	55.386	2016
Soja	89	292	2016/2017
Tabaco	5.456	10.816	2016/2017
Trigo	16.610	46.491	2016/2017
Milho	64.929	555.175	2016/2017
Animais abatidos	Nº cabeças (milhões)	% do total do Estado de SC	Ano
Bovinos	93.953	15,41	2016
Suínos	2.010,17	16,05	2016
Aves (frangos)	196.91	21,96	2016
Nº produtores de frango Na Microrregião De Chapecó	Ano 2017		
1.773			
Produção de leite (milhões de litros) Na Microrregião De Chapecó	Produção de leite (milhões de litros) todo Oeste Catarinense		Ano 2015
976	2.299,5		

Fonte: Epagri/Cepa, 2016-2017. Compilação da autora.

Destaca-se o alto percentual de contaminação dos recursos hídricos, (por falta de esgotamento sanitário, dejetos de animais, resíduos de agrotóxicos e das agroindústrias, dentre outros), conforme diversos estudos no oeste de Santa Catarina, onde se localiza a Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó, (DAL PISSOL; SOUZA-FRANCO, (2003); BAVARESCO, (2006); SANTA CATARINA, 2009; FACCO, (2011); FILIPINI, (2013); BALDISSERA; REIS, (2014); FACCO et al, (2014); FACCO; ENGLER, (2017). Importante ressaltar que Chapecó localiza-se nas Bacias Hidrográficas dos Rios Chapecó, Irani e contíguos, sendo o único município que possui o território dividido, geograficamente, entre as duas bacias, conforme Figura 1. Além disso, o município também abarca microbacias chamadas de contíguas, pois as mesmas não desaguam na Bacia do Rio Chapecó e nem no Rio Irani, desaguando diretamente no Rio Uruguai. Ressalta-se que a Bacia do Rio Irani não possui Plano de Bacia, sendo esse o fator pelo qual não se apresentam dados da mesma, mas suas características físicas, econômicas, ambientais e sociais se aproximam muito das características da Bacia do Rio Chapecó.

Figura 1 - Localização de Chapecó na RH2



Fonte: Daiane Valentini, (2015).

Considerando o cenário das Bacias Hidrográficas dos Rios Chapecó, Irani e contíguos, apresentado em relação aos usos dos recursos hídricos, e os possíveis impactos da sua escassez para a população, dessedentação animal e para manutenção da economia regional, é que se delimitou o território municipal de Chapecó-SC para esta pesquisa, justamente por ser considerado centro ou polo regional do Oeste Catarinense. Sabe-se muito pouco sobre a localização de muitos dos poços profundos na região Oeste Catarinense e sobre a finalidade do uso da água; sendo assim, o município de Chapecó-SC pode ser um piloto para extensão da metodologia utilizada a todos os 60 municípios dessas bacias.

Fomentar estudos que envolvam a dinâmica dos usos diários da água numa perspectiva que mostre a importância desse recurso natural a todas as formas de vida numa determinada região torna-se essencial para promover a qualidade de vida e economia sustentável dos sistemas vivos em uma bacia hidrográfica é o que Porto Gonçalves (2012) aponta como necessário.

Estudos com esse enfoque tornam-se fundamentais para diagnosticar uma determinada realidade e proporcionar a construção de políticas públicas para preservação e gestão integrada da qualidade e quantidade das águas em uma bacia hidrográfica.

Chapecó possui em seu território, em sua grande parte, paisagens antropizadas, fundamentadas principalmente no processo de urbanização, agroindustrialização e nas atividades agrícolas e agropecuárias, onde os fatos, processos e ações são causas e consequências das modificações na paisagem desse território (NICOLAI 2001; ALBA 2002; HASS, 2003; BAVARESCO, 2006; BOTTIN et al., 2007; ZENI, 2007; BALDISSERA e REIS, 2014; FACCO E ENGLER, 2017; PASSOS; PRADO; FACCO,2017).

Em decorrência da falta de água potável ou do alto índice de contaminação das águas superficiais em consequência da antropização, é comum e corriqueiro em grande parte do território brasileiro recorrer-se ao uso das águas subterrâneas como alternativa viável (e em muitos casos, única) para diferentes atividades (consumo humano, dessedentação animal, industrial, agricultura). As águas superficiais estão sendo utilizadas em grande escala no oeste catarinense para produção de energia elétrica – Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs e Centrais Geradoras Hidrelétricas – CGHs, somente no município de Chapecó, há 10 CGHs em operação, (ANA, 2018). Com menor quantidade de água superficial disponível, em decorrência dessas atividades e da contaminação é o que fomentou as últimas décadas a exploração das águas subterrâneas.

Todo oeste de Santa Catarina já apresenta um quadro de usos das águas subterrânea muito abrangente, mas com poucas informações e controle sobre as perfurações de poços, sua localização, cuidados com a manutenção e os procedimentos para com os poços secos ou abandonados.

Em relação às águas subterrâneas, quando não tomadas as medidas necessárias para perfuração dos poços profundos e manutenção dos mesmos, podem se enfrentar problemas de contaminação, relacionados ao uso de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura, rejeitos das indústrias (orgânicos ou metais pesados, por exemplo) e dos centros urbanos através do esgoto doméstico, por falta de saneamento. Tais poluentes podem penetrar no subsolo, seja através das fraturas ou de poços abandonados ou mal construídos, e ocasionar a poluição das águas e conseqüentemente torná-las, mais uma vez, impróprias para consumo humano.

Este quadro é preocupante para pesquisadores e cidadãos que se dedicam à preservação e à recuperação dos recursos hídricos de maneira geral, pois “a dimensão territorial do desenvolvimento econômico tende a se alterar com a difusão de métodos flexíveis de produção” (EGLER, p. 225, 2011), isto é, na falta do recurso fundamental para

desenvolvimento das atividades econômicas - aqui é a água potável em grande quantidade - a tendência, com a flexibilização do mercado, é a transferência das agroindústrias e outros setores produtivos que fomentam a economia do município.

Porto Gonçalves (2011), afirma que a problemática ambiental é uma questão que desafia a universidade e pesquisadores porque é um novo tipo de crise, sobre a qual ainda não se tem uma teoria crítica - chama isso de 'crise de caráter civilizatório' - o que supõe que algo precisa começar imediatamente na prática para surtir efeitos em médio e longo prazo. Isso porque essa 'crise' relaciona-se diretamente com as atitudes de cada cidadão, com a cultura das pessoas e, para mudar, isso somente com o passar do tempo, com uma nova reeducação na relação do homem com o espaço 'natural'.

Além disso, a região oeste catarinense sofre constantemente com períodos de estiagens, tanto no espaço urbano como no rural e, até em decorrência do modelo econômico implantado, se faz necessária a utilização da água subterrânea como fonte para desenvolvimento de todas as atividades da região. Ações apenas na ordem de sanar a falta de água são tomadas, no entanto, políticas públicas para a preservação da qualidade e uso racional desse recurso ainda não são vistas como relevantes, nem estão sendo implantadas.

Isso nos remete a essa pesquisa no município de Chapecó, pois a descrição acima é o atual cenário do oeste catarinense, onde as águas superficiais apresentam-se contaminadas na sua grande maioria e a exploração das águas subterrâneas se acentua, segundo levantamentos feitos por instituições de pesquisa na área (Projeto Rede Guarani/Serra Geral; Unochapecó; Epagri; Universidade Federal da Fronteira Sul; Unoesc). Nesse sentido, Nicolai, (1998); Nicolai, (2001); Bottin et al., (2007); Zeni, (2007); Lopes, (2012); Filipini, (2013); Olivo et al., (2015); Carasek, (2016); Trindade, (2016), que relatam tal situação, servindo de alerta para se pesquisar mais especificamente a exploração e os usos das águas subterrâneas no município. Para isso, no primeiro momento torna-se necessário saber onde se localizam os poços profundos, a sua profundidade, ano de perfuração, como é feita a manutenção desses poços, o entorno dos mesmos, como está a qualidade dessas águas; de qual dos aquíferos (Serra Geral e/ou Guarani) estão sendo extraídas essas águas; qual a preocupação desses usuários na preservação das águas subterrâneas, para então pensar em proposições para a manutenção da qualidade da água subterrânea do local. Pois como diz Porto- Gonçalves (2011, p. 22) "trata-se de estudar não apenas as dinâmicas do hídrico em si, mas as dinâmicas dos grupos sociais e dos

movimentos sociais envolvidos nela”, pois os usos das águas subterrâneas nesse território estão atrelados ao modelo econômico aqui implantado (modelo gerado culturalmente), onde essa necessidade se fundamenta na manutenção do modelo. Mesmo que para isso o “modelo de gestão” (ou falta dela) dos recursos hídricos não atendem ou não respeitam inteiramente os critérios de manutenção e sustentabilidade.

Conforme constata Trindade (2016), os Comitês de Bacias não conseguem fazer a gestão integrada dos recursos hídricos em Santa Catarina, isto porque, o Estado não possui o Plano Estadual de Recursos Hídricos (em construção em 2017), que é o que vai nortear todo trabalho de gestão a ser realizado pelos comitês.

Para tanto, se torna necessário compreender a dinâmica dos usos e distribuição da água subterrânea através dos poços, não somente no município de Chapecó, onde já ocorre uma demanda muito alta por água, ficando um alerta para os cuidados, através de poços perfurados sem planejamento e manutenção para não poluir essa reserva de água.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade das águas subterrâneas utilizadas no Município de Chapecó, considerando as principais formas de uso e visando a gestão integrada dos recursos hídricos.

1.4.2 Objetivos Específicos

✓ Caracterizar a formação do município de Chapecó-SC e as implicações ambientais consequentes do modo de ocupação do território, a apropriação e uso da água;

✓ Analisar, por amostragem, a qualidade das águas subterrâneas no território do município de Chapecó-SC através de indicadores microbiológicos e físico-químicos;

✓ Avaliar a importância dos usos das águas subterrâneas nos principais setores econômicos de Chapecó, no passado e no presente;

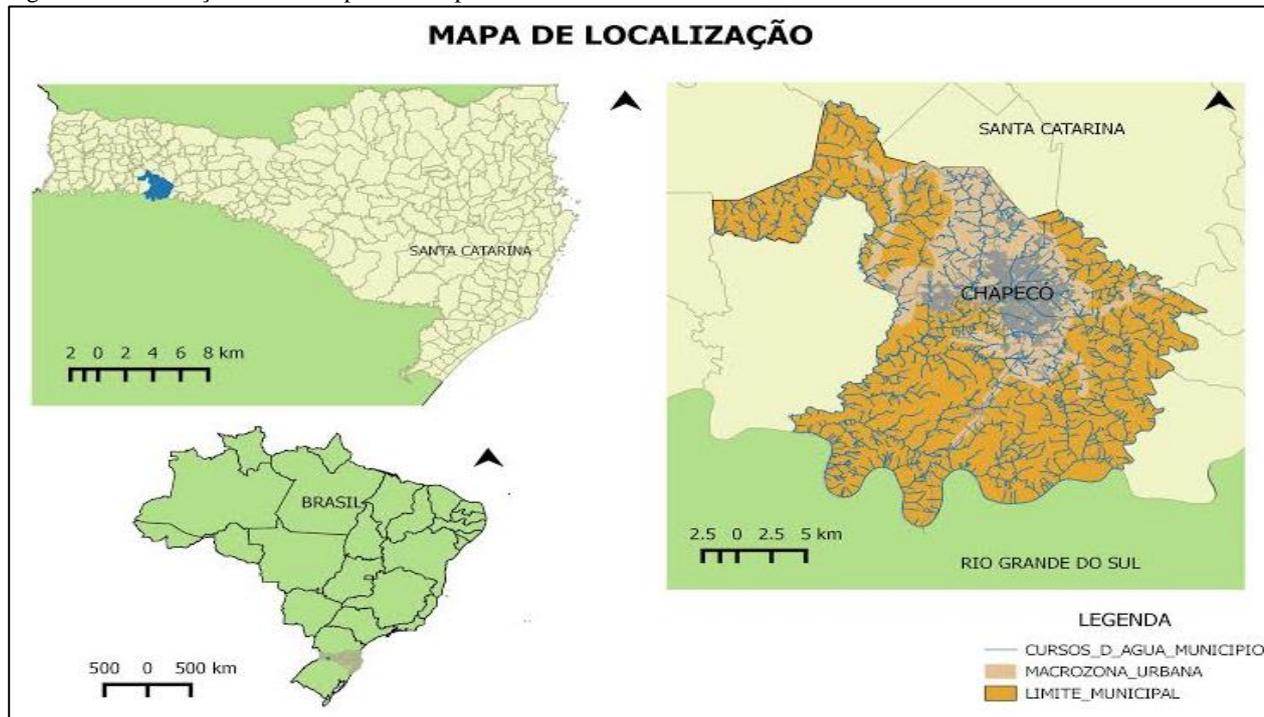
✓ Levantar a consonância dos planos municipais e demais legislações existentes sobre gestão integrada de recursos hídricos;

✓ Elaborar mapa com seções estratigráficas do município de Chapecó – SC através dos perfis dos poços estudados e georreferenciados.

1.4.3 Localização da Área de Estudo

O município de Chapecó localiza-se no Oeste de Santa Catarina, região sul do Brasil. A Figura 2 mostra o território municipal, com destaque para área urbana em cinza e para os cursos d'água que formam as micro bacias municipais.

Figura 2 - Localização do município de Chapecó



Fonte: Daiane Valentini, 2015

2 ASPECTOS GERAIS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

2.1 GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH)

A GIRH é um processo que promove, de forma coordenada, o desenvolvimento e a gestão dos recursos hídricos, do uso do solo e afins, com o objetivo de maximizar o bem-estar econômico e social sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas e do meio ambiente, em um cenário que contemple vontade política, instituições sólidas e uma abordagem técnica, econômica e social inclusiva (ANA, 2015). Ou, a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) é um processo sistemático para o desenvolvimento sustentável, alocação e monitoramento dos usos hídricos face aos objetivos sociais, econômicos e ambientais, (SSWM, 2018).

2.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Segundo a Lista de Termos para o Thesaurus de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas, publicado pela ANA (2014), água subterrânea é a “água que ocupa a zona saturada do subsolo”; para REBOUÇAS (1998, p. 2), as águas subterrâneas constituem a parcela do ciclo hidrológico que circula "escondida" no subsolo da Terra. Águas Subterrâneas são as águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo. (BRASIL, RESOLUÇÃO N°. 16, de 8 de maio de 2001).

No processo de infiltração, a água modifica constantemente sua composição em decorrência do contato com solo, rochas e seus minerais. Quando essa água, através da força de adesão e ou capilaridade, fica parcialmente retida próxima da superfície do solo, forma a zona insaturada; e a parcela de água que chega aos estratos mais profundos, forma a zona saturada.

Água subterrânea é toda água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios inter granulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada. (ABAS, 2017).

As águas subterrâneas estão disponíveis em todas as regiões da Terra. Essas águas são utilizadas frequentemente para abastecimento doméstico, para irrigação em áreas rurais e para fins industriais. Os usos

generalizados das águas subterrâneas resultam também da sua disponibilidade próximo ao local de utilização e da sua qualidade (TUNDISI; TUNDISI, 2011).

As águas subterrâneas no Brasil, em função da boa qualidade natural para consumo humano, quando captada de forma adequada, constituem uma alternativa segura de abastecimento doméstico em 80% das cidades. (BRAGA *et al*, 2015).

Nesse contexto, água dura é água com significativa presença de sais de cálcio e de magnésio. (ANA, 2015). E água mole água com presença insignificante de sais de cálcio e de magnésio. (ANA, 2015).

As grandes vantagens do uso das águas subterrâneas, de acordo com a cartilha elaborada pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2015) são:

A qualidade: a composição química dessas águas é o resultado da composição original da água que infiltra, com a evolução físico-química influenciada pelas rochas atravessadas e pelo tempo de permanência no aquífero. Por ocorrerem no subsolo, essas águas são naturalmente protegidas, mas não isentas de poluição e de contaminação.

A quantidade: os volumes disponíveis como reservas podem ser muito grandes, dependendo do tipo de aquífero.

Os custos: permitem a implantação de um sistema gradual ou em módulos de aproveitamento, não têm custo de armazenamento primário e, na maioria dos casos, não há necessidade de desapropriação de grandes áreas, como ocorre com um reservatório de superfície.

A vida útil: um poço, por ser uma obra de engenharia, se construído segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tem uma vida média de 20 anos.

O meio ambiente: os impactos ambientais negativos gerados pelo seu aproveitamento geralmente são de baixa magnitude, (SANTA CATARINA, 2015).

Mas a mesma cartilha também traz algumas desvantagens, que servem de alerta para a superexploração dos aquíferos:

A avaliação e exploração: por estarem no subsolo, é um recurso natural de difícil acesso e de avaliação complexa.

O meio ambiente: embora estejam disponíveis técnicas eficientes de remediação quando ocorre perda de qualidade por poluição antrópica, esses processos são longos e onerosos.

Os eventos críticos: uma exploração inadequada envolvendo um grande volume de água bombeada pode causar acomodações, sismos ou até afundamentos do terreno.

As limitações de uso: a baixa velocidade de circulação em determinadas rochas formadas por minerais mais reativos pode elevar bastante o conteúdo salino dessas águas, o que traz limitações de uso e aumento de custo, em alguns casos, (SANTA CATARINA, 2015).

2.3 AQUÍFEROS

Formação geológica (ou um grupo de formações) que contém água e permite que a mesma se movimente em condições naturais e em quantidades significativas. (TUCCI, 2009; ANA, 2015; RESOLUÇÃO Nº. 16, de 8 de maio de 2001; SANTA CATARINA, 2015).

Os aquíferos onde ficam os reservatórios de água subterrânea podem ser *confinados*, onde a água está confinada sob pressão maior do que a pressão atmosférica, entre formações impermeáveis ou quase impermeáveis. (TUNDISI e TUNDISI, 2011; ANA, 2015) ou *não confinados*, aqueles cujo limite superior é a superfície de saturação e encontra-se à pressão atmosférica. (ANA, 2015).

Os aquíferos não confinados (livres ou freáticos) são formações ou camadas geológicas permeáveis, em geral parcialmente saturadas de água, pois a sua base possui uma camada de material impermeável ou semipermeável. Os aquíferos não confinados normalmente são mais suscetíveis a contaminações antrópicas devido ao seu alto grau de exposição e conexão superficial (CARASEK, 2016).

A grande variabilidade das condições de solo e da geologia faz com que a capacidade de armazenamento das águas subterrâneas dependa dessas condições quanto à sua exploração (TUCCI, 2015). Existem regiões onde o subsolo é composto apenas por rochas compactas, onde a água escoar apenas pelas fraturas e a disponibilidade é muito baixa.

Recarga de aquíferos é o processo pelo qual a água é adicionada à zona de saturação do aquífero direta ou indiretamente a partir de fluxos horizontais. (TUNDISI e TUNDISI, 2011).

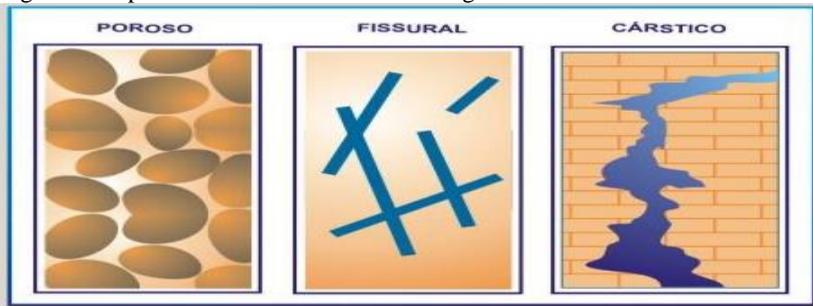
Zona não saturada é a parte do solo que está parcialmente preenchida por água. Nessa zona, distribuem-se pequenas quantidades de água, sendo que as suas moléculas aderem às superfícies dos grãos do solo. Dali ocorre o fenômeno da transpiração pelas raízes das plantas, de filtração e de autodepuração da água. (BORGHETTI et al, 2004; ABAS, 2017). A água e o ar preenchem os espaços vazios entre os grânulos. (BRASIL, 2007).

Zona saturada é a região abaixo da zona não saturada onde os poros ou fraturas da rocha estão totalmente preenchidos por água. As

águas atingem esta zona por gravidade, através dos poros ou fraturas até alcançar uma profundidade limite, onde as rochas estão tão saturadas que a água não pode penetrar mais. (BORGHETTI et al, 2004; ABAS, 2017; BRASIL, 2007).

Quanto aos tipos de rochas armazenadoras de água, o aquífero pode ser poroso, cárstico ou fissural. A Figura 3 mostra as características de cada um dos três tipos:

Figura 3 - Tipos de rochas armazenadora de água



Fonte: https://rgsgsc.files.wordpress.com/2014/03/planeta_verde-2015.pdf, (2015).

No aquífero poroso, a água circula nos poros dos solos e grãos constituintes das rochas sedimentares ou sedimentos; no aquífero cárstico, a água circula pelas aberturas ou cavidades causadas pela dissolução de rochas, principalmente nos calcários; e no aquífero fissural, a água circula pelas fraturas, fendas e falhas nas rochas (REBOUÇAS, 1998). A porosidade de uma rocha é a capacidade que ela possui de armazenar água em sua estrutura, enquanto que a permeabilidade é a possibilidade de transmitir água (NANNI, 2014).

Quanto à superfície superior (segundo a pressão da água), os aquíferos podem ser de dois tipos:

Aquífero livre ou freático, aquele constituído por uma formação geológica permeável e superficial, totalmente aflorante em toda a sua extensão, e limitado na base por uma camada impermeável. São os aquíferos mais comuns e mais explorados pela população. São também os que apresentam maiores problemas de contaminação. (BORGHETTI et al, 2004; BRASIL, 2007; ABAS, 2017).

Aquífero confinado ou artesiano - é aquele constituído por uma formação geológica permeável, confinada entre duas camadas impermeáveis ou semipermeáveis (Sistema Aquífero Guarani). O seu

reabastecimento ou recarga, através das chuvas, dá-se preferencialmente nos locais onde a formação aflora à superfície. Os aquíferos confinados têm a chamada recarga indireta e quase sempre estão em locais onde ocorrem rochas sedimentares profundas (bacias sedimentares). (BORGHETTI *et al.*, 2004; BRASIL, 2007; ABAS, 2017).

Aquíferos semi-confinados ocorrem quando há situação intermediária entre os dois. (BRASIL, 2007).

2.3.1 Sistema Aquífero Serra Geral (SASG)

O Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), formado entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior, pertence à Supersequência Gondwana III, predominantemente do tipo fraturado, constitui-se na capa protetora do Sistema Aquífero Guaraní - SAG, sendo composto por rochas ígneas vulcânicas, formadas entre 138 Ma a 128 Ma, representadas por basaltos toleíticos e andesitos, ocorrendo quantidades subordinadas de riolitos e riodacitos (MILANI, 1997).

O SASG, fissural, não possui porosidade e permeabilidade primária. Assim sendo, a água necessita de descontinuidades físicas nas rochas para que sejam transportadas e armazenadas, (MOCELLIN e FERREIRA, 2009).

2.3.2 Sistema Aquífero Guaraní (SAG)

O Sistema Aquífero Guaraní (SAG), é formado principalmente por arenitos que se depositaram na Bacia do Paraná ao longo do Mesozóico; é composto pelas formações Botucatu e Pirambóia (e Rosário do Sul) no Brasil, (ROCHA, 1997). Sua deposição ocorreu em fase anterior à abertura do Atlântico, durante a desertificação do Gondwana, formando um grande deserto de dunas eólicas, sucedido pelo intenso episódio de rifteamento responsável pelo magmatismo Serra Geral (128 Ma - 138 Ma), (MILANI, 1997).

A composição química das águas do SAG é muito variável, principalmente nas zonas confinadas, seja por efeitos de variações faciológicas ou por influência de misturas induzidas por fraturas, (MOCELLIN e FERREIRA, 2009).

Ainda quanto ao quimismo, Sracek & Hirata (2002) afirmam que existem evoluções de águas bicarbonatadas cálcicas nas áreas de afloramento e de baixo confinamento, para águas bicarbonatadas sódicas, derivadas do incremento das concentrações de cloretos e sulfatos em profundidade, nas zonas de alto confinamento. Esta

mudança na composição química da água se dá através da diminuição do cálcio, por intercâmbio com o sódio, fazendo com que as águas evoluam para bicarbonatadas sódicas. Parte do sódio envolvido nas reações é oriundo provavelmente da decomposição de minerais do SAG e a adição de cloretos e sulfatos parece se relacionar com a dissolução de evaporitos, como halita (NaCl) e mirabilita (Na₂ SO₄ .10H₂ O), ou gibsita e difusão de produtos de dissolução da Formação Pirambóia, concluem (SRACEK e HIRATA,2002).

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) pertence à Província Hidrogeológica do Paraná e recobre uma área total de cerca de 1,1 milhões km² do centro-leste da América do Sul, abrangendo porções do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. Em Santa Catarina, abrange uma área de aproximadamente 49.200 km² (DESCOVI FILHO, 2014).

2.4 TIPOS DE POÇOS

Poço, cavidade aberta na terra para atingir um aquífero. (ANA, 2015).

Poço artesiano, poço construído em um aquífero confinado em um local em que está submetido a uma pressão tal que o faz jorrar acima da superfície do solo. Geralmente as companhias perfuradoras de poços usam erroneamente o termo poço artesiano para qualquer poço perfurado com uso de máquinas. Assim, mesmo o poço tubular profundo não jorrante tem se firmado popularmente com o nome de poço artesiano. (ANA, 2015). Nos aquíferos confinados os poços tubulares profundos podem apresentar artesianismo, isto é, a água jorra do poço sem necessidade de equipamento de bombeamento. (BRASIL, 2007). Um exemplo bem conhecido em Santa Catarina é o poço da estação termal de Piratuba, às margens do rio do Peixe.

Poço escavado ou poço raso é o poço escavado geralmente de forma manual e revestido de bloco cerâmico ou tijolo para retirada de água do lençol freático. Em média, Esses poços possuem até 25 metros de profundidade e diâmetro de um metro (ANA, 2015).

2.5 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A qualidade das águas subterrâneas associa-se ao tipo e forma da rocha que a conserva, sendo essencialmente três configurações em que a água está disposta no subsolo,

Nas rochas fraturadas ela está presente nas descontinuidades da rocha como falhas e fraturas. Corresponde às rochas ígneas e metamórficas. Nos terrenos fraturados-carsticos, além das descontinuidades da rocha, ocorre também a dissolução ao longo dos planos de fraturas, devido à presença de minerais solúveis nas rochas calcárias. Por final, nas rochas sedimentares, a água é armazenada no espaço entre os grãos da rocha. De forma geral, os terrenos sedimentares constituem os melhores aquíferos. (ANA, 2005, p.11).

A água subterrânea está suscetível a vários tipos de contaminação, tais como vazamentos de tanques subterrâneos e açudes de armazenamento de produtos químicos, infiltração de fertilizantes para o tratamento de culturas de interesse financeiro, preparo do solo em larga escala para o plantio, pesticidas e herbicidas para combate a pragas em culturas vegetais, derramamento de petróleo e solventes orgânicos no solo, aterros sanitários construídos de forma indevida, fossas negras e sépticas, construção incorreta de selo sanitário de poços artesianos. (CARASEK, 2016).

Devido à falta de fiscalização e controle na perfuração de poços, poços mal construídos ou abandonados, sem qualquer medida de proteção e ou uso desordenado, intensivo de agrotóxicos, (REBOUÇAS *et al*, 2015), falta de saneamento básico, resíduos sólidos, postos de combustíveis, mineração e cemitérios constituem os principais focos de poluição antrópica de mananciais subterrâneos no Brasil.

De forma geral, a qualidade da água subterrânea está intimamente relacionada com a água superficial e a ocupação do solo, pois, como o solo tem a função de filtrante natural da água, o mesmo pode contaminar a água durante a percolação até a zona saturada do aquífero. (CARASEK, 2016).

Outra questão relevante está associada às condições de circulação lenta nas porções mais confinadas de algumas bacias sedimentares. Nesses casos, a água subterrânea vai se enriquecendo em sais minerais em profundidade. Assim, elevados valores de sólidos totais dissolvidos já foram descritos nos sistemas aquíferos Guarani (por exemplo, Freitas *et al.*, 2002; ZOBY, 2008).

Também há a ocorrência natural nas rochas de minerais cuja dissolução, localmente, gera águas com concentrações acima do padrão de potabilidade. É o caso do ferro no sistema aquífero Serra Geral, (ZOBY, 2008).

Para a utilização da água subterrânea no consumo humano, deve-se realizar uma rigorosa bateria de análises físico-químicas e microbiológicas, com o intuito de avaliar se o recurso hídrico está dentro dos padrões de potabilidade. (ABAS, 2017).

A água subterrânea flui lentamente no solo e nos aquíferos, cerca de 0,3 metro/dia, desta forma os contaminantes não são diluídos ou dispersados de forma eficaz; além disso, a água subterrânea possui concentrações menores de oxigênio dissolvido, o que dificulta a decomposição de alguns tipos de contaminantes, (CARASEK, 2016, p. 22,).

2.5.1 Turbidez

Turbidez é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água. É causada por matérias sólidas em suspensão (silte, argila, colóides, matéria orgânica, etc), (PINTO, 2006). A cor da água também interfere negativamente na medida de turbidez devido à sua propriedade de absorver luz. Os valores são expressos em Unidade de Turbidez (UT). A turbidez não foi relacionada para a análise estatística, pois a maioria dos resultados se apresentou abaixo do valor estabelecido (5 UT) para potabilidade, (PINTO, 2006).

2.5.2 Condutividade Elétrica (CE)

Os sais dissolvidos e ionizados presentes na água transformam-na num eletrólito capaz de conduzir corrente elétrica. A CE depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes (CETESB, 2016). A condutividade aumenta em relação à temperatura e da concentração que compõe a amostra, porém basicamente pode-se dizer que cada aumento de 1° C na temperatura da solução, corresponde a um acréscimo de 2% na condutividade. Como há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica, pode-se estimar o teor de sais pela medida da condutividade de uma água em uma dada temperatura, (PINTO, 2006; CETESB, 2016).

Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa

uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água, (CETESB, 2016).

2.5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

É a medida da concentração de íons H^+ na água. O balanço dos íons hidrogênio (H^+) e hidróxido (OH^-) determinam quão ácida ou básica a água é. Os pHs ácidos também podem ser decorrentes da decomposição da matéria orgânica vegetal, (PINTO, 2006). Na água quimicamente pura, os íons H^+ estão em equilíbrio com os íons OH^- e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7.

Geralmente o pH das águas subterrâneas varia entre 5,5 e 8,5 – estas últimas, águas consideradas suavemente básicas em decorrência da presença de bicarbonatos e carbonatos alcalinos ou alcalinos terrosos, ganhos a partir do gás carbônico dissolvido. O pH age no equilíbrio geoquímico e na solubilidade de diversas espécies, englobando metais na água subterrânea. Quando o pH é menor que 5, os metais se solubilizam, tornando as águas mais tóxicas; em valores superiores a 5, os metais tendem a precipitar, (PINTO, 2006).

2.6 METAIS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

2.6.1 Metais

A denominação metal faz referência a uma classe de elementos químicos entre os quais muitos são nocivos para os seres vivos, mas elementos como Ferro - Fe, Cobre - Cu, Zinco - Zn, Magnésio - Mg, Bromo - Br, entre outros metais, são essenciais para os organismos vegetais e animais. Da mesma forma que alguns elementos-traços são essenciais aos seres vivos, outros não têm função biológica conhecida e geram toxicidade a uma gama de organismos, como é o caso do Chumbo - Pb, Cádmio - Cd, Níquel - Ni, Prata - Ag, Mercúrio - Hg e Estanho - Sn. (CARASEK, 2016).

2.6.2 Ferro

O elemento químico Ferro é encontrado em basicamente todas as águas, mas, quando encontrado em proporções superiores a 0,5 ppm, a água tem sua cor, odor e sabor alterados.

O Ferro é um elemento presente em pequenas concentrações na maioria das águas subterrâneas e sua origem está relacionada à presença de sedimentos argilossiltosos ricos em matéria orgânica; também é um dos principais íons que constituem as rochas ígneas, sendo encontrado principalmente em minerais máficos (PINTO, 2006). O Ferro também está presente no solo e em minerais (caso das rochas basálticas, ricas em Ferro, do SASG), apresenta-se dissolvido sob diferentes formas e depende basicamente do pH, ou seja, pH baixo, maior será a incidência de ferro na água, (PICANÇO et. al, 2002).

2.6.3 Manganês

O manganês apresenta dissolvido sob diferentes formas e dependem basicamente do pH, (PICANÇO et. al, 2002). É um dos elementos químicos mais comuns na natureza, estando largamente distribuído na crosta terrestre seja no solo, como na água e em materiais biológicos.

2.6.4 Magnésio

Esses minerais são mais estáveis diante do intemperismo químico do que os minerais fornecedores de cálcio, por isso sua concentração nas águas subterrâneas é menor do que a concentração do cálcio. Em regiões onde ocorre a presença de rochas carbonáticas, o mineral dolomita é grande fornecedor de magnésio. O magnésio também pode ter origem a partir do mineral epsomita, associado aos minerais sulfatados, (PINTO, 2006).

2.6.5 Cloretos

O cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas, (CETESB, 2016). O cloro se encontra em concentrações menores que 100 mg/L.

Forma compostos muito estáveis e possui uma tendência de se enriquecer, junto com o sódio, a partir das zonas de recarga das águas subterrâneas. As concentrações elevadas podem ser indicadoras de contaminação por aterros sanitários. Estes minerais são encontrados em

depósitos subterrâneos formados pela evaporação de mares antigos. As águas drenando folhelhos frequentemente apresentam Cl^- e Na^+ que podem ser originados do confinamento da água do mar durante a deposição da rocha, (PINTO, 2006).

2.6.6. Sulfato

O sulfato na água subterrânea pode ter origem da oxidação das piritas; o sulfato ferroso em presença de excesso de oxigênio passa a sulfato férrico. Muitos dos processos físico-químicos que ocorrem no sistema águas-rocha-atmosfera têm características óxido-redutoras. Sulfetos insolúveis são oxidados na presença de oxigênio a sulfatos. A velocidade de oxidação depende do tamanho dos grãos dos sulfetos, fluxo de oxigênio, etc. O processo de erosão de rochas eruptivas dá origem ao enriquecimento das águas subterrâneas com o ânion sulfato, (PINTO, 2006).

2.6.7 Nitrato

O nitrato ocorre nas águas por dissolução de rochas evaporitos (CETESB, 2005) ou por oxidação bacteriana de matéria orgânica de origem animal.

O nitrato é um elemento facilmente encontrado nas águas subterrâneas em decorrência do aumento significativo das atividades agrícolas pela utilização de agroquímicos e dos esgotos não monitorados na superfície dos solos. O nitrato é facilmente dissolvido nas águas subterrâneas, (PINTO, 2006; CETESB, 2005).

2.6.8 Sódio

É o elemento químico mais encontrado nas águas subterrâneas. Suas principais fontes são o mineral plagioclásio (feldspato sódico), sendo pouco resistente aos processos do intemperismo químico (CETESB, 2005), e os minerais de argila. O Na é um elemento dissolvido facilmente com redução do gás carbônico (CO_2) na água subterrânea, (PINTO, 2006). Nas águas subterrâneas, o teor de sódio varia entre 0,1 e 100 mg/L, sendo que há um enriquecimento gradativo a partir das zonas de recarga

2.6.9 Cálcio

O cálcio é, habitualmente, encontrado em águas devido à riqueza do elemento em rochas silicatadas e carbonatadas e apresenta-se repetidamente sob a forma de carbonato e bicarbonato. As principais fontes de cálcio são calcita, aragonita, dolomita, anidrita e gesso. Nas rochas ígneas e metamórficas, as fontes de cálcio são os seguintes minerais: apatita, wolastonita, fluorita, os feldspatos cálcicos, os anfibólios e os piroxênios. O carbonato de cálcio é muito pouco solúvel em água pura. Devido ao intemperismo, o cálcio é solubilizado sob a forma de bicarbonato e sua solubilidade está em função da quantidade de gás carbônico dissolvido, que por sua vez, dependerá da temperatura e da pressão (PICANÇO et. al 2002).

2.6.10 Potássio

Está constantemente associado ao sódio, sendo que as rochas que contêm potássio são relativamente resistentes à ação do tempo (CETESB, 2016).

Suas principais fontes são os fertilizantes usados na agricultura e os minerais feldspato potássico, mica muscovita e biotita. Nas águas subterrâneas, seu teor médio é inferior a 10 mg/L, sendo mais frequentes valores entre 1 e 5 mg/L (PICANÇO et. al, 2002).

2.7 GLIFOSATO

O glifosato é um produto sintético, isto é, produzido pelo homem: os herbicidas representaram o segundo grupo de defensivos agrícolas de maior venda no mundo. Este potente agroquímico é responsável pela extinção de ervas daninhas prejudiciais às produções agrícolas, porém seus efeitos deletérios no meio ambiente são evidenciados em ecossistemas aquáticos e terrestres, (OLIVO, 2016).

Este agroquímico possui tempo de meia vida longo, cerca de 49 a 70 dias em água, fazendo com que se torne persistente no solo. Sua alta solubilidade em água (12.000 mg/L) auxilia no transporte de glifosato terrestre para os ambientes aquáticos, e estas moléculas podem ser transportadas para águas superficiais e subterrâneas, embora amostras de águas subterrâneas não tenham sido extensivamente investigadas, (OLIVO, 2016).

O herbicida glifosato apresenta custo relativamente baixo e boa eficiência na agricultura, o que se reflete em sua larga aplicação. Com isso os cuidados relacionados à possibilidade de contaminação do ambiente com esta molécula devem ser estudados cautelosamente

porque há evidências de efeitos deletérios no ambiente. É um composto extremamente polar, sendo extraído das amostras aquosas juntamente com cátions metálicos e ânions inorgânicos, o que dificulta sua extração, (OLIVO, 2016).

2.8 DERIVADOS DE PETRÓLEO: HIDROCARBONETOS (BENZENO, TOLUENO, ETILBENZENO E OS XILENOS) – BTEX

Considerados compostos orgânicos voláteis, localizados nos derivados de petróleo como a gasolina, a sigla BTEX refere-se aos produtos químicos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno. Os compostos BTEX estão entre os produtos químicos mais produzidos no mundo.

Os compostos BTEX são encontrados naturalmente em depósitos de petróleo bruto, carvão e gás, portanto, podem estar presentes naturalmente em baixas concentrações em águas subterrâneas perto desses depósitos. Os níveis de BTEX podem variar de 0,1 ppb a 100 ppb em águas subterrâneas típicas, (AUSTRÁLIA, 2017)

A contaminação de solos e águas subterrâneas por compostos orgânicos voláteis tem sido destaque nas últimas décadas, sendo a principal fonte de contaminação por estas espécies, devido aos pequenos e contínuos vazamentos de combustível em postos de distribuição favorecidos pelo envelhecimento dos taques de estocagem de combustíveis, (BRITO *et al*, 2005).

Os BTEXs são extremamente tóxicos à saúde humana, apresentando toxicidade crônica mesmo em pequenas concentrações, podendo levar a lesões do sistema nervoso central. O benzeno é reconhecidamente o mais tóxico de todos os BTEX, pois se trata de uma substância comprovadamente carcinogênica (podendo causar leucemia, ou seja, câncer dos tecidos que formam os linfócitos do sangue). Uma exposição aguda (altas concentrações em curtos períodos) por inalação ou ingestão pode causar até mesmo a morte de uma pessoa, (BRITO *et al*, 2005).

2.9 AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS SOB PERSPECTIVA JURÍDICA

O arcabouço legal brasileiro para gestão de recursos hídricos foi construído com base nos aspectos ligados às águas superficiais, especialmente no Direito de Água, relacionado à regulamentação do uso do recurso hídrico (HAGER e D'ALMEIDA, 2008).

Conforme Hager e D’Almeida, (2008) a legislação federal mais antiga (com exceção do Código de Águas – Decreto nº 24.643/1934) correlacionada às águas subterrâneas está ligada às águas minerais (legislação mineral – Decreto nº 7.841/1945), à proteção do meio ambiente (legislação ambiental – Lei 9.433/1977) e à qualidade da água para consumo humano (legislação sobre saúde pública – Portaria 2.914/2011).

Entretanto, em relação às águas subterrâneas, a Constituição determinou que estas pertencem aos Estados. Dessa forma, as águas subterrâneas são de domínio do Estado no qual se localizam, (COUTINHO, 2015).

2.9.1 Âmbito Nacional

O Decreto nº 7.841 de 8 de agosto de 1945, trata do “Código de Águas Minerais” - importante ressaltar que sobre águas termiais, balneários e águas minerais quem legisla em âmbito nacional é o Departamento Nacional de Produção Mineral DNPM, por ser uma determinação do Código de Mineração. Porém, de acordo com HAGER e D’ALMEIDA, (2008, p. 1) a concepção, até pouco tempo atrás, era de que por serem de domínio estadual a “normatização para as águas subterrâneas deveria se dar a partir do Estado. Isso fez com que por muito tempo não houvesse uma orientação nacional e geral para as questões sobre recursos hídricos subterrâneos”.

O Decreto nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967, dá nova redação ao Decreto nº 1.985, de 29 de Janeiro de 1940, o (Código de Minas), onde, em seu Artigo 10 diz que “reger-se-ão por Leis especiais: V- as jazidas de águas subterrâneas”.

Também, no âmbito nacional, em 1981, a legislação aplicada às águas subterrâneas, é a Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981, que “institui a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação”. Mas somente em 1997 elabora-se a Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, que “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21º da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei no 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 (*Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, Compensação Financeira pelo Resultado da Exploração de Petróleo ou Gás Natural, de Recursos Hídricos para Fins de Geração de Energia Elétrica, de Recursos Minerais em seus respectivos Territórios,*

Plataforma Continental, Mar Territorial ou Zona Econômica Exclusiva)." Instituída pela Agência Nacional de Águas – ANA (Lei nº 9.433/1997) é considerada como legislação, o restante são as Normativas que regulamentam os usos dos recursos hídricos subterrâneos.

O intuito da Lei nº 9.433/1997, conforme indicado no art.2º, é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável” e a “prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos decorrentes de origem natural ou pelo uso inadequado dos recursos”, (COUTINHO, 2015, p.24).

No ano de 2000, a criação da Câmara Técnica Permanente de Águas Subterrâneas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH foi a grande baliza com ênfase aos cuidados e regramento nos usos das mesmas, através da Resolução nº 9, de 21 de Junho de 2000.

Em 2001, foi aprovada a Resolução CNRH nº 15, de 11 de Janeiro de 2001, trazendo conceitos sobre Aquíferos, Águas Subterrâneas, Águas Metéóricas e Corpo Hídrico Subterrâneo e que “estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas”. Hager e D’Almeida, (2008) destacam que seja pelo aumento da percepção, seja pela demanda de água e diminuição da oferta de águas superficiais, a água subterrânea vem sendo cada vez mais inserida na discussão e, por consequência, melhor normatizada.

A Lei Nº 9.984, de 17 de Julho de 2000, “dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA”. E a Resolução nº. 16, de 8 de maio de 2001 “estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos”, sendo que no Artigo 4º estabelece que “estão sujeitos à outorga: II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo”. Nesse sentido, “independentemente da finalidade a que se destina a construção do poço, a outorga é instrumento imprescindível”, (COUTINHO, 2015, p. 28).

A outorga é ato administrativo pelo qual o poder público outorgante – seja a União, um Estado ou o Distrito Federal – faculta ao requerente o direito de uso de recursos hídricos, sejam eles superficiais ou subterrâneos, por prazo determinado, (COUTINHO, 2015).

A Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de Março de 2002 “dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente - APP, inclusive conceituando nascentes como o exutório de águas subterrâneas”.

Resolução nº 22, de 24 de Maio de 2002, dá as “diretrizes para inserção das águas subterrâneas nos instrumentos dos Planos de Recursos Hídricos”. Enquanto a Resolução nº 29, de 11 de Dezembro de 2002, “definia as diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para o aproveitamento dos recursos minerais”, no Artigo 2º diz que “Os usos de recursos hídricos relacionados à atividade minerária e sujeitos a outorga são: I – a derivação ou captação de água superficial ou extração de água subterrânea, para consumo final ou insumo do processo produtivo”.

Em 2005 foi aprovada a Resolução Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 357 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de efluentes, a qual revogou a Resolução nº 20/86 abrindo uma lacuna importante na infiltração de efluentes no solo e conseqüentemente nas águas subterrâneas e motivou a discussão e a aprovação da Resolução do CONAMA nº 396/2008 (*dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas*), (HAGER e D’ALMEIDA, 2008). No mesmo ano cria-se a Resolução Nº. 48, de 21 de Março de 2005 – Critérios Gerais para Cobrança, “estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos” e a Resolução nº 55, de 28 de Novembro de 2005, “estabelece diretrizes para elaboração do Plano de Utilização da Água na Mineração-PUA”.

No que se refere às normas técnicas, temos ainda duas Normas da ABNT: a NBR 12212:2006, que traz diretrizes para o “Projeto para Captação de Água Subterrânea” e a NBR 12244:2006 que trata da “Construção de Poço para Captação de Água Subterrânea”.

Em seguida, adota-se a Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH nº 91, de 5 de novembro de 2008, “ que trata sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, ” e a Resolução CNRH nº 92 de 05 de novembro de 2008, “ que dispõe sobre critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro”.

O enquadramento dos aquíferos é regido pela Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, que “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. ” O enquadramento dos aquíferos em nível estadual, deve ser elaborado nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos de suas Bacias Hidrográficas, entretanto, Santa Catarina ainda

está na fase final da sua elaboração. A Figura 4 disponibiliza o enquadramento de aquíferos segundo usos humanos:

Figura 4 - Enquadramento de aquíferos, segundo usos humanos

ESPECIAL	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuem diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;	sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais	sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;	com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;	com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo

Fonte: Resoluções CONAMA nº 396/2008 e 91/2008, adaptado por Nanni (2014).

Resolução nº 107, de 13 de Abril de 2010, disponibiliza as “diretrizes e critérios para o planejamento e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de águas subterrâneas”.

Somente em 2011 o Ministério da Saúde instituiu a Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011, “que versa sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”.

Em 2017, houve a consolidação de várias leis referentes a água, inclusive a Portaria 2.914. O grupo de leis é agora denominado de PCR, Portaria de Consolidação nº. 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, que consolida as normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.

Foi a partir das discussões sobre o Projeto Aquífero Guarani, em 1999, (HAGER e D’ALMEIDA, 2008) que se iniciou a percepção da necessidade de normatizações e orientações gerais, de abrangência nacional, para as questões das águas subterrâneas. Ainda sobre isso, REBOUÇAS e AMORE, (2002, p. 8) descrevem que:

Lamentavelmente, as águas do SAG são invisíveis, escondidas, e as suas obras de captação pouco fotogênicas. Só aparece um poço. Não dá para inaugurar uma obra dessas. Todavia, espera-se que o trabalho a ser desenvolvido pelo projeto SAG sirva para conscientizar as autoridades e a população em geral da região e dos respectivos países envolvidos, sobre o verdadeiro problema da região com relação à água, em particular e ao ambiente, em geral. Assim, o projeto do SAG, mesmo estando numa área onde, em princípio não há escassez de água, deverá nos proporcionar provas concretas de que é mais importante, atualmente, saber usar a gota d'água disponível do que ostentar abundância.

Através do Quadro 2 é possível observar, cronologicamente, a disposição da Lei, dos Decretos, das resoluções e Portarias no que abrange o regramento de uso, qualidade e gestão das águas subterrâneas, em âmbito nacional atualmente.

Coutinho (2015) compartilha a ideia de que a legislação unificada a todas as águas subterrâneas possibilitaria maior diálogo e contato com a realidade local. Além disso, a consideração da água mineral como recurso hídrico subterrâneo traria impossibilidade – ou ao menos uma dificuldade – na exploração dos recursos hídricos, já que todos passariam a ser controlados e geridos concomitantemente pelo órgão estadual. “Associado a isso, a redefinição dos critérios de classificação tornaria mais precisa a classificação como água mineral, potável de mesa ou subterrânea, delimitando os usos a que devem ser destinadas e viabilizando a fiscalização efetiva”, (COUTINHO, 2015, p.52).

Quadro 2 - Legislação e Normativas nacionais sobre águas subterrâneas

Legislação e normativas	Disposição e regramento de:
Decreto nº 1.985, de 29 de Janeiro de 1940.	Presidente da República - Código de Minas - onde, em seu Artigo 10 diz que “reger-se-ão por Leis especiais: V- as jazidas de águas subterrâneas
Decreto nº 7.841 de 8 de Agosto de 1945.	Presidente da República - Código de Aguas Minerais - Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM
Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997.	Congresso Nacional - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Resolução nº 9, de 21 de Junho de 2000.	CONAMA - Criação da Câmara Técnica Permanente de Aguas Subterrâneas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Resolução CNRH nº 15, DE 11 de Janeiro de 2001.	estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas
Resolução nº. 16, de 8 de Maio de 2001	CONAMA - “Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos”, Artigo 4º estabelece que “estão sujeitos à outorga: II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo
Resolução nº 303, de 20 de Março de 2002.	CONAMA - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Areas de Preservação Permanente, conceitua nascente como <u>exutório</u> de águas subterrâneas.
Resolução nº 22, de 24 de Maio de 2002.	CONAMA - Diretrizes para inserção das águas subterrâneas nos instrumentos dos Planos de Recursos Hídricos
Resolução nº 29, de 11 de Dezembro de 2002.	Define as diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para o aproveitamento dos recursos minerais
Resolução nº 357/2005.	CONAMA - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento
Resolução Nº. 48, de 21 DE Março de 2005.	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos
NBR 12212:2006.	Normas da ABNT - Diretrizes para o “Projeto para Captação de Agua Subterrânea”
NBR 12244:2006.	Normas da ABNT - Construção de Poço para Captação de Agua Subterrânea
Resolução nº 92 de 05 de Novembro de 2008.	CNRH - Dispões sobre critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro
Resolução nº 396, de 3 de Abril de 2008.	CONAMA - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas
Resolução nº 107, de 13 de Abril de 2010.	CNRH - Diretrizes e critérios para o planejamento e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de águas subterrâneas
Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011.	Ministério da Saúde - Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade

Fonte: Elaboração da autora

Todavia, conservação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos subterrâneos é dever não apenas do governo, mas de todos os usuários, seja pessoa física ou jurídica. Assim, é imprescindível a gestão ativa e competente dos órgãos e a conscientização coletiva (COUTINHO, 2015). Há uma grande diferença entre os usos desse recurso para atividades econômicas e consumo humano, porém a legislação não difere muito essas questões, que também se diferem nas quantidades utilizadas e poluição das mesmas. Percebe-se uma preocupação pela preservação dos recursos hídricos maior por parte dos cidadãos (população) do que das indústrias e empreendedores que mantêm as atividades dos setores econômicos, do censo comum, temos “dois pesos e duas medidas”.

2.9.2 Âmbito do Estado de Santa Catarina

Além de todo arcabouço mostrado no que se refere a legislações e regulamentações federais referentes às águas subterrâneas, os Estados também possuem legislações próprias, uma vez que águas subterrâneas são de dominialidade do Estado. A Constituição Federal de 1988, acaba com o domínio privado da água, determina a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e estabelece que os recursos hídricos subterrâneos sejam de domínio dos Estados, (HAGER e D’ALMEIDA, 2008).

A Política Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (Lei Estadual 9.748/1994), em seu Artigo 29, explica que qualquer empreendimento ou atividade que alterar as condições quantitativas e/ou qualitativas das águas, superficiais ou subterrâneas, observando o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica, dependerá de outorga. Cabe ressaltar que o Estado ainda não possui regulamentado seu Plano estadual de Recursos Hídricos e nem todas as bacias hidrográficas possuem seus Planos de Bacia, ou seja, nem o próprio Estado deu conta do cumprimento no que se refere ao estabelecimento das normativas federais relacionadas aos recursos hídricos, especialmente subterrâneos.

O instituto da outorga foi previamente previsto, no nível estadual, na Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei 9.748/94, porém decorridos mais de vinte anos da publicação da lei, este importante instrumento de gestão dos recursos hídricos ainda não havia sido regulamentado e consequentemente implementado.

O Decreto n.º 4.778 de 11 de Outubro de 2006, que “regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos, de domínio do Estado,

de que trata a Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, e dá outras providências.”, veio para suprir esta lacuna. Entende como uso da água qualquer utilização, serviço ou obra em recurso hídrico, independentemente de haver ou não retirada de água, barramento ou lançamento de efluentes, que altere seu regime ou suas condições qualitativas ou quantitativas, ou ambas simultaneamente, (www.aguas.sc.gov.br, 2015).

Com a entrada em vigor do Decreto, o Estado passou a contar com o regulamento que disciplina aspectos como os critérios de outorga, a vigência do ato, suspensão e revogação, obrigações do outorgado, fiscalização da outorga, regime de controle especial do uso dos recursos hídricos e infrações e penalidades (CARDOSO e OLIVEIRA et al., 2007).

A Lei nº 14.675, de 13 de Abril de 2009, “institui o Código Estadual do Meio Ambiente”.

Resolução Estadual nº 02, de 14 de Agosto de 2014, “dispõe sobre o uso das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina”.

A Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH Nº 03 de 14 de agosto de 2014, “dispõe sobre os procedimentos e critérios de natureza técnica a serem observados no exame dos pedidos de outorga de uso de águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina”. A partir do ano de 2014, todos os pedidos de outorga de uso de águas subterrâneas, de Santa Catarina, são analisados pela Diretoria de Recursos Hídricos, da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável, em Florianópolis.

Suscintamente, o Quadro 3 apresenta a legislação e normativas em Santa Catarina para as águas subterrâneas.

Quadro 3 - Legislação e Normativas Catarinenses para águas subterrâneas

Legislação e normativas	Disposição e regramento de:
Lei Estadual 9.748/1994.	Política Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina.
Decreto n.º 4.778/2006.	Regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos, de domínio do Estado.
Lei nº 14.675/2009.	Institui o Código Estadual do Meio Ambiente.
Resolução Estadual nº 02/2014.	Dispõe sobre os usos das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina.
Resolução Estadual nº 03/ 2014.	Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH - dispõe sobre os procedimentos e critérios de natureza técnica a serem observados no exame dos pedidos de outorga de uso de águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina.

Fonte: Elaboração da autora

Há uma grande lacuna na instância estadual quanto à fiscalização dos poços em SC, infelizmente, os comitês de bacias ainda não possuem ferramentas legais para isso.

O Estado, através da SDS, está fazendo o cadastro de usuários de água em Santa Catarina com objetivo de conhecer o perfil dos usuários, a quantidade de água utilizada e a finalidade do uso, visando no futuro implantar a cobrança pelo uso, amparado na Lei nº 9433/1997 (BRASIL, 1997).

2.9.3 Âmbito Município de Chapecó

Chapecó possui a Lei nº 4413, de 30 de Abril de 2002, (Regulamentada pelo Decreto nº 10892/2002), que “dispõe sobre a criação do Sistema de Informações Municipais de Águas Subterrâneas - SIMAS”. Apresenta no Art. 5º que “caberá aos Fiscais de Obras e Posturas, sob a supervisão da Secretaria de Planejamento, e aos Fiscais da Vigilância Sanitária, fiscalizar os trabalhos de perfuração dos poços tubulares profundos, tendo os mesmos livre acesso ao local dos poços”.

Em seu Art. 9º diz que “o Município organizará cadastro de poços tubulares profundos” assim como em seu Parágrafo Único: “as informações contidas no cadastro serão públicas”. Até o mês de fevereiro de 2018, essa Lei, não saiu do papel.

A Lei Complementar nº 541, de 26 de Novembro de 2014, “aprova o Plano Diretor de Chapecó – PDC” que organiza todo território municipal.

A Lei Ordinária nº 6728, de 10 de Julho de 2015, “institui o Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, destinado à prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Chapecó/SC”.

Lei nº 6758, de 02 de setembro de 2015, “institui o Plano Municipal de Resíduos Sólidos - PMRS, destinado a minimizar a geração de resíduos na fonte, adequar à segregação na origem, controlar e reduzir riscos ao meio ambiente e assegurar o correto manuseio e disposição final dos resíduos no município de Chapecó”.

Foram solicitadas, junto à Secretaria Municipal de Saúde e Vigilância Sanitária, informações acerca de alguma regulamentação sobre águas subterrâneas além das apresentadas acima, porém, nada foi encontrado.

Elaborou-se o Quadro 4, para melhor visualizar as leis municipais de Chapecó-SC que foram usadas nas análises e discussões dos resultados dessa pesquisa.

Quadro 4 - Legislação municipal a ser usada nas análises da pesquisa

Legislação e normativas	Disposição e regramento de:
Lei nº 4413/2002.	Dispõe sobre a criação do Sistema de Informações Municipais de Águas Subterrâneas- SIMAS.
Lei Complementar nº 541/ 2014	Plano Diretor de Chapecó.
Lei Ordinária nº 6728, de 10 de Julho de 2015.	Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, destinado à prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Chapecó/SC.
Lei nº 6758, de 02 de Setembro de 2015.	Institui o Plano Municipal de Resíduos Sólidos - PMRS, destinado a minimizar a geração de resíduos na fonte, adequar à segregação na origem, controlar e reduzir riscos ao meio ambiente e assegurar o correto manuseio e disposição final dos resíduos no município de Chapecó.

Fonte: Elaborado pela autora

2.9.4 Legislação brasileira para potabilidade das águas subterrâneas

É consenso que há necessidade de legislações que disciplinem e acompanhem os recursos hídricos subterrâneos, não apenas os superficiais; para isso, as leis que regulam esses usos precisam mostrar eficiência e eficácia por parte do poder público.

Em 1997 (Lei Federal, Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a *Política Nacional de Recursos Hídricos*, cria o *Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*), ocorre uma mudança na legislação brasileira, instituída pela Constituição de 1988, no que se refere à dominialidade das águas subterrâneas: os Estados passam a controlar esse recurso natural, devendo gerenciar para garantir o uso sustentável da água.

No que se refere à gestão das águas subterrâneas, esta Lei indica a aplicação de mecanismos de outorga para as permissões de

aproveitamento da água, como principal instrumento de gestão. Dentro disso, CONICELI (2014, p. 18) destaca que:

A gestão deve tratar princípios como a equidade e eficiência na alocação dos recursos hídricos, nos seus serviços e na sua distribuição. Ela também prevê a administração da água com base em bacias hidrográficas, e a necessidade de abordagens de gestão integrada, elencando assim, a necessidade de equilibrar os usos da água entre as atividades socioeconômicas e o meio ambiente. CONICELI (2014, p. 18).

As regulamentações brasileiras que tratam da potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente, a Portaria Nº 2914, 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*), do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), e a Resolução Nº 396, de 3 de Abril de 2008 (*Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências*), do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2008).

A manutenção da qualidade de vida está atrelada diretamente à qualidade da água utilizada para o consumo humano (CARASEK, 2016). O consumo de água dentro dos padrões de potabilidade adequados é imprescindível, pois garante a não oferta de riscos à saúde humana (BRASIL, 2011). De acordo com a Portaria Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, a água é considerada potável para consumo humano quando os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos estão em conformidade com o padrão de potabilidade e não apresentam riscos à saúde (BRASIL, 2011; CARASEK, 2016).

Valores máximos permitidos (VMP) para alguns componentes de possível presença na água (BRASIL, 2008; BRASIL, 2011), podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de potabilidade, Portaria N° 2914, de 12 de dezembro de 2011

	UNIDADE	VMP
Ph	-	Entre 6,0 e 9,5
Odor	Não objetável	-
Cor aparente	<u>Mg/L Pt-Co</u>	15,0
Turbidez	NTU	5,0
Condutividade elétrica	<u>μS/cm</u>	-
Alcalinidade	<u>mg/L</u>	-
Bicarbonatos	<u>mg/L</u>	-
Alcalinidade	<u>mg/L</u>	-
Carbonato	<u>mg/L</u>	-
Gás carbônico livre	<u>mg/L</u>	-
Dureza total	<u>mg/L</u>	500,0
Teor de cálcio	<u>mg/L</u>	-
Teor de magnésio	<u>mg/L</u>	-
Nitrogênio nitrato	<u>mg/L</u>	10,0
Nitrogênio nitrito	<u>mg/L</u>	1,0
Nitrogênio amoniacal total	<u>mg/L</u>	1,5
Cloreto	<u>mg/L</u>	250,00
Sulfato	<u>mg/L</u>	250,00
Sódio	<u>mg/L</u>	200,00
Potássio	<u>mg/L</u>	-
Cromo	<u>mg/L</u>	0,05
Ferro total	<u>mg/L</u>	0,3
Cobre total	<u>mg/L</u>	2,0
Fluoreto	<u>mg/L</u>	1,5
Cádmio	<u>mg/L</u>	0,005
Sólidos dissolvidos totais	<u>mg/L</u>	1.000,0
Chumbo total	<u>mg/L</u>	0,01
Manganês	<u>mg/L</u>	0,1
Zinco	<u>mg/L</u>	5,0
Glifosato	<u>μg/L</u>	500

Fonte: Adaptado de Brasil (2008); Brasil (2011); Tundisi e Tundisi (2011).

3 CATEGORIAS DE ANÁLISE

3.1 APONTAMENTOS INTRODUTÓRIOS: A IMPORTÂNCIA NA DEFINIÇÃO DO MÉTODO

Investigar ações antrópicas no meio natural, na Geografia requer um olhar através de conceitos que nos permitam filtrar para melhor entender e interpretar os fenômenos e as consequências de tais ações em um determinado espaço geográfico. Lakatos e Marconi (2010, p.65) definem o método como sendo:

O conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

Ainda mais, a Geografia nos permite interpretar as inter-relações entre o homem e o meio natural, correlacionando-as com outros elementos que integram o espaço geográfico.

A escolha da concepção Geossistêmica se deu pela necessidade de trabalhar de maneira integrada, considerando o tempo e o espaço, tudo que existe ou existiu onde o objeto da pesquisa se encontra. Ao investigar os recursos hídricos, a lógica a ser seguida é a mesma. A água é um dos elementos (uma parte) existentes em um espaço geográfico pré-estabelecido, que para ser entendido, há necessidade de observar o todo, isto é, nenhum elemento que integra um determinado território pode passar despercebido ou ser visto de maneira isolada.

3.2 FERRAMENTA PARA INTERPRETAÇÃO ENTRE SOCIEDADE E RECURSOS NATURAIS: GEOSSISTEMA, TERRITÓRIO, PAISAGEM (GTP)

A base conceitual e epistemológica do enfoque geossistêmico, muito usado na Geografia Física, esteve inspirada na “Teoria Geral dos Sistemas”, proposta nos anos de 1950, por Ludwig Von Bertalanffy, que mostrou que todas as partes de um sistema, por menores que sejam, participam e influenciam o todo (CHRISTOFOLETTI, 1979). Em 1962 Bertrand, Tricart, Sochava e outros pesquisadores encontram a maior parte dos elementos que serviram de base na primeira tentativa de

elaborar um estudo integrado do meio natural (SOUZA, 2010). São encontrados inúmeros trabalhos sobre Geossistemas, com destaque para os de George Bertrand, da escola francesa, e de Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, que contextualizou os Geossistemas para a realidade brasileira.

Foi no final dos anos de 1990 que Bertrand (2004) reformulou sua concepção, propondo uma proposta metodológica objetivando a busca por olhares e conhecimentos que ultrapassam as delimitações, muitas vezes fragmentadas do espaço geográfico, que condiciona três categorias distintas que possibilitam fazer análises conjuntas de conceitos importantes na Geografia: é a abordagem GTP (Geossistema, Território, Paisagem), ou Source-Ressource-Ressourcement, associando a paisagem ao território no espaço natural, com todas as características desse. Esta abordagem é utilizada como proposta metodológica de análise para compreensão das relações sobre o território, sendo que a ordem dessas categorias não modifica o valor das mesmas quando utilizadas para interpretar a dialética que ocorre entre sociedade e o meio natural, agora considerando a importância da temporalidade espacial dos fatos e fenômenos. O novo Sistema GTP, proposto por Bertrand, é também muito usado para análises em escalas reduzidas, outra grande diferença do Geossistema proposto na década de 1960.

A proposta metodológica é, portanto, o sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem), um sistema tripolar e interativo, para análise não apenas dos fatos naturais ou sociais isoladamente, mas sim, para analisar a complexidade expressa nas várias formas de relações construídas entre sociedade e ambiente na sua globalidade. Este sistema é composto por três categorias híbridas ou três tempos: tempo do geossistema, tempo do território e tempo da paisagem, (FERREIRA, 2010).

Esta proposta, segundo Monteiro (1996), consiste em uma análise unificada que abrange três vertentes: físicas (ou geossistemas); o território, que enfoca as variáveis socioeconômicas e relações de poder; e a paisagem, que engloba a história e a cultura. Ao visualizar as relações existentes entre os componentes da paisagem o pesquisador constata que existe uma dinâmica interna à área estudada e que ela dialoga com a circunvizinhança. Sendo assim:

A metodologia do sistema GTP serve não só para a delimitação e representação cartográfica das áreas, mas principalmente para a detecção dos problemas existentes no local e o grau de

responsabilidade da ação antrópica sobre os mesmos, assim como o planejamento de estratégias para conter, reverter ou amenizar os impactos já causados. Essa metodologia vai ao encontro da busca atual pelo manejo sustentável dos recursos naturais. (PISSINATI e ARCHELA 2009, p. 11).

Geógrafos brasileiros demonstram interesse na abordagem geossistêmica, percebida como uma alternativa a ser aprimorada, visando interpretação ambiental integrada. Dentre eles, o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro reconhece as dificuldades acerca do estabelecimento de uma ordem de grandeza espacial e do entendimento da dinâmica interna das unidades geossistêmicas, devido ao envolvimento de correlações complexas, advindas, principalmente, da incorporação das implicações socioeconômicas, (FERREIRA, 2010).

O objetivo do sistema GTP, de acordo com Pissinati e Archela (2009), como metodologia, é de apreender as interações entre elementos constitutivos diferentes para compreender a interação entre a paisagem, o território e o geossistema, por mais que existam as lacunas, crítica essa feita por Bertrand, (2007).

3.2.1 Geossistema

Em entrevista à Revista Geosul, Bertrand reavalia seu conceito precursor (1969) sobre geossistema já que em suas primeiras pesquisas não considerava o elemento “tempo” nas análises do território. Nas palavras do autor “precisamos trabalhar com o tempo na história do geossistema e analisar as mudanças” (BERTRAND, 1998, p.151).

Para Bertrand (2004), um Geossistema é sempre uma unidade natural com os seus elementos que interligados e interdependentes formam uma estrutura que se reflete de forma clara através da fisiologia e da dinâmica de uma paisagem. Souza (2010) valida a definição de Bertrand sobre Geossistema compilando que “é a fonte (*source*), o potencial geoecológico, permitindo a compreensão da estrutura e funcionamento biofísico de um espaço geográfico, inclusive seus níveis de *antropização*”, (SOUZA, 2010, p. 5).

Na perspectiva de Monteiro, é imprescindível o tratamento conjunto da estrutura e dos processos. A estrutura expressa morfologicamente o estado das partes enquanto o processo revela a dinâmica da organização funcional geossistêmica (FERREIRA, 2010).

Os elementos físico-ambientais estão relacionados ao embasamento geográfico do território, considerando-se a geologia, a climatologia, a geomorfologia, a hidrografia e a vegetação. Os fatores humanos, relacionados ao desenvolvimento das sociedades, são subdivididos em aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais (COLAVITE, 2009, p. 28).

O ecossistema não tem nem escala nem suporte espacial bem definido (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p. 11), enquanto que o geossistema é um complexo essencialmente dinâmico mesmo num espaço-tempo muito breve (BERTRAND; BERTRAND, 2007, p. 19). Muitas vezes, essa é uma das dificuldades de análise e interpretação quando se utiliza análise geossistêmica, justamente por faltar uma percepção sobre as relações e as dinâmicas entre a sociedade e a natureza.

Neste mesmo raciocínio Veado (2014), descreve os geossistemas do estado de Santa Catarina afirmando que:

... a paisagem esta unida e o dinamismo do seu funcionamento. O homem está ligado aos demais elementos naturais como qualquer organismo vivo. A exploração dos recursos naturais exige que se conheça a dinâmica do sistema antes de interferir nele. O desconhecimento da dinâmica natural leva, quase sempre, aos impactos ambientais (VEADO, 2014, p.19).

3.2.2 Território

“O espaço é que reúne a todos, com suas múltiplas possibilidades, que são possibilidades diferentes de uso do espaço (do território) relacionadas com possibilidades diferentes de uso do tempo” (SANTOS 2001, p. 104).

Ainda SANTOS (2001, p. 104) sobre território:

O território como um todo se torna um dado dessa harmonia forçada entre lugares e agentes neles instalados, em função de uma inteligência maior, situada nos centros motores da informação. A força desses núcleos vem de sua capacidade, maior ou menor, de receber in formações de toda natureza, tratá-las, classificando-as, valorizando-as e hierarquizando-as, antes de as

redistribuir entre os mesmos pontos, a seu próprio serviço.

Cada território possui especificidades atuais em suas paisagens o que nos leva a observar o passado histórico de tal espaço, para assim procurar entender as formas que se apresentam hoje, como consequências e marcas desse passado: “territórios existem e são construídos (e desconstruídos) nas mais diversas escalas, da mais acanhada, a rua, á internacional” (SOUZA, p. 81, 2011). Souza (2011) preconiza também que territórios são construídos e desconstruídos dentro de escalas temporais diversas, como séculos, décadas, anos, meses ou dias. Afirma ainda que os territórios podem ter um caráter permanente ou uma existência periódica, cíclica.

É o conceito de Território a entrada que “permite analisar as repercussões da organização e dos funcionamentos sociais e econômicos sobre o espaço considerado” (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p. 294). Inclui do tempo do mercado ao tempo do desenvolvimento durável, abordando o recurso, a gestão, a redistribuição e a poluição-despoluição (BERTRAND e BERTRAND, 2007).

“O território é fundamentalmente um espaço definido e delimitado a partir de relações de poder” (SOUZA, 2011, p. 78). Corrêa (2007) remete ao conceito de território como região de planejamento: “região de planejamento, trata-se de um território definido, sobretudo com limites político-administrativos, os quais encerram problemas sociais e econômicos comuns”, (CORRÊA, 2007, p.49). Esses limites condicionam a viabilidade da nova cultura do planejamento que, segundo Perico (2009) é “pautada na participação e na força técnica para constituir a base estruturante da gestão social do território”, (PERICO, 2009, p.100).

Portanto, território pode ser interpretado, como sendo um espaço geográfico onde ocorrem as manifestações sociais, econômicas e políticas de determinado grupo. É no território que ocorrem as relações de poder. Evidencia-se que nessa disputa entre as diversas forças de poder, sempre existem as com maior força e que fazem prevalecer suas “vontades” sobre determinado território.

Uma sociedade faz mais do que simplesmente ocupar seu território; na verdade ela produz, na medida em que projeta sobre ele significados que são, necessariamente, resultantes de processos complexos. “Por isto mesmo, a noção de território atualiza, de maneira candente, a problemática entre natureza e sociedade...”. (PORTO -

GONÇALVES, 1998). Para Souza (2011), ao se tratar de um território, as características geológicas, os recursos naturais, o que se produz ou quem produz, além das ligações afetivas e de identidade entre um grupo social e seu espaço, são aspectos para a compreensão da origem de um território ou, pelo menos, interesse em tomá-lo ou mantê-lo.

A definição de Território feita por Souza (2010, p. 5), baseada em Bertrand, afirma que “é a entrada socioeconômica (*ressource*) a partir da qual se tem a possibilidade de compreender as repercussões da sociedade na organização e funcionamento do espaço considerado”. Na concepção de Raffestin (1993), território é:

(...) um espaço onde se projetou um trabalho, seja energia e informação, e que, por consequência, revela relações marcadas pelo poder. (...) o território se apoia no espaço, mas não é o espaço. Ora, a produção, por causa de todas as relações que envolvem, se inscreve num campo de poder, (RAFFESTIN, 1993, p. 144).

Então, para Raffestin, são as relações de poder que constroem um território. O território para Santos (1988) configura-se pelas técnicas, pelos meios de produção, pelos objetos e coisas, pelo conjunto territorial e pela dialética do próprio espaço.

3.2.3 A Paisagem: reciprocidade entre o natural e o social

“Estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método” (BERTRAND, 1971, p.2). Nesse sentido, é importante testar e divulgar metodologias devidamente embasadas do ponto de vista teórico.

Monteiro (1978) contribui no conceito de paisagem, propondo mudanças para considerar a conjuntura da organização funcional, abrindo probabilidades para análise temporal-evolutiva, deixando os geossistemas originais para geossistemas provenientes das ações antrópicas.

Ferreira (2010), afirma que, para Monteiro, as relações entre sociedade e natureza são vistas como um sistema aberto, complexo e evolutivo. A organização e a evolução dos atributos naturais, juntamente com a consideração das derivações antropogênicas, analisadas segundo parâmetros qualitativos e quantitativos, levando-se também em consideração as expectativas sociais e a percepção humana, podem

conduzir a decisões importantes no que se refere à busca da sustentabilidade ambiental das regiões.

Da mesma forma que Bertrand, para Ferreira (2010), os elementos socioeconômicos não constituem um sistema externo aos elementos naturais, mas estão, sim, incluídos no funcionamento do próprio geossistema. Com isso, deve-se fazer a determinação dos limites de um sistema territorial, partindo-se das relações dos elementos físicos entre si e desses elementos com os elementos socioeconômicos.

Bertrand conceituou a Paisagem como “[...] o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (BERTRAND, 1971, p. 2). Porém, foi em 1997 que Bertrand formulou o Sistema GTP - Geossistema, Território e Paisagem, um novo modo interativo e tripolar de análise no qual, segundo Bertrand e Bertrand (2007), trata-se de três entradas ou três vias metodológicas que correspondem à trilogia fonte / recurso /aprovisionamento e que são baseadas em critérios de *antropização*, de **artificialização** e de *artialização (que vem de arte)*.

No Sistema GTP proposto, Bertrand; Bertrand, (2007 p. 284), afirmam que “o tempo da paisagem é aquele do cultural, do patrimônio, do identitário e das representações: é o tempo do retorno às fontes, aquele do simbólico, do mito e do ritual”.

O geógrafo Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, já na década de 1970, observou que esta não era apenas a necessidade do pesquisador que se preocupa com análise geográfica e em especial com o estudo de Paisagem, mas também de diversas outras áreas:

... seguindo a preocupação historicamente antiga do geógrafo, o hidrólogo vê, cada vez mais, sua análise dirigida às alterações antrópicas no desempenho hidrológico das bacias fluviais, e o biólogo (...) passa a sentir a necessidade de considerar a competência da sociedade em “alterar” a natureza e a capacidade desta em “resistir” aos impactos antrópicos” (MONTEIRO, 2001, p. 23).

A paisagem se torna uma dimensão sociocultural do conjunto geográfico estudado. Ela traz um sentido subjetivo, por expressar o tempo do cultural, do patrimônio, do identitário e das representações,

baseado no ressurgimento do simbólico, do mito e do rito (BERTRAND e BERTRAND, 2007). Então, paisagem pode ser entendida como sendo a cultura de uma comunidade, que se expressa e se adapta ao local. Pode-se afirmar que a Paisagem é resultante da organização de uma sociedade sobre uma base físico-territorial, sendo fruto da interconexão de variados aspectos (humanos e físicos), conforme Colavite (2009, p. 28).

Analisar a Paisagem não significa estudar a natureza ou a sociedade como elementos isolados, mas sim há que se entender que fazem parte de um todo e a forma como esses se encontram conectados é considerada como Paisagem. Por isso a importância em entender que a Paisagem deve ser estudada sem a qualificação de ‘natural’ ou ‘modificada’, já que o intenso processo de produção industrial e de mobilidade humana fez com que até as regiões mais remotas tenham sofrido influência de atividades humanas (SAQUET, 2009). Na análise da Paisagem os elementos físicos e humanos não podem ser analisados de forma separada, como afirma, reiteradamente, Monteiro, (1978).

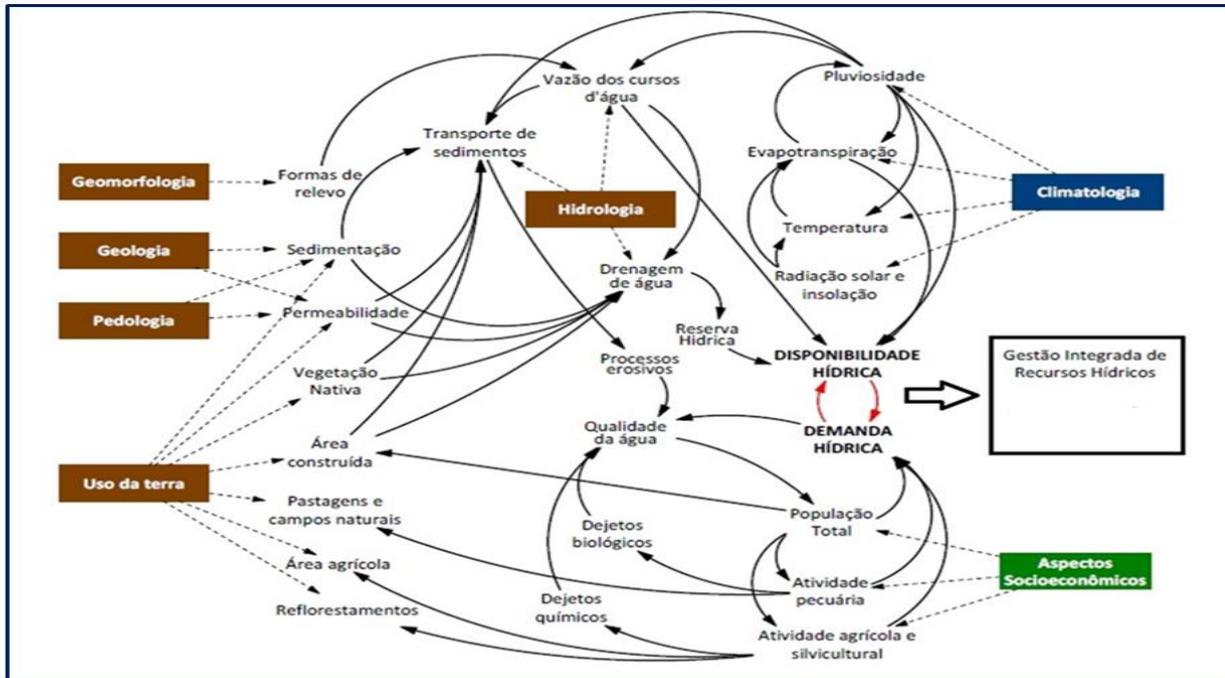
A Paisagem “é a entrada sociocultural, de tempo longo e identitário (*ressourcement*), que se presta para avaliar como as ações das sucessivas sociedades se materializam no território para construir as sucessivas paisagens” (SOUZA 2010, p. 5).

Bertrand e Bertrand (2007, p. 7) fazem um alerta: a Paisagem, “é um termo pouco usado e impreciso e, por isto mesmo, cômodo, que cada um utiliza a seu bel prazer, na maior parte das vezes anexando um qualitativo de restrição que altera seu sentido”.

Para Colavite (2009), a Paisagem é resultado da relação entre ambiente e sociedade; estes formam um sistema complexo de elementos que interagem entre si onde o ambiente é composto por variáveis do meio físico (relevo, solos, clima, hidrografia, dentre outros) e do meio biótico (fauna e flora); já a sociedade é representante de variáveis do meio econômico, social e cultural. As variadas combinações entre os elementos citados geram diferentes paisagens.

As relações entre Geossistema Território e Paisagem podem ser esquematizadas (Figura 5) de maneira que haja uma inter-relação entre todos os elementos geomorfológicos, geológicos, hidrológicos, climatológicos, pedológicos, associando a análise do uso da terra e aos aspectos sócio econômicos em um determinado território. Nesse contexto, o elo de sustentabilidade se dá através da gestão integrada de recursos hídricos, que é essencial para toda e qualquer atividade desenvolvida nesse contexto. Qualquer desequilíbrio desencadeia uma seqüência de problemas.

Figura 5 - Visão integrada para análise sistêmica dos recursos hídricos



Fonte: autora, adaptado de Bertrand; Monteiro e Pontili/Colavite.

4 SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DE SANTA CATARINA

O Oeste de Santa Catarina está inserido totalmente na Bacia do Paraná, e registra exploração de água de dois importantes aquíferos: o Sistema Aquífero Serra Geral - SASG e Sistema aquífero Guarani – SAG.

A Figura 6 apresenta os tipos de rochas existentes em Santa Catarina, com ilustração de uma seção geológica esquemática no sentido leste (litoral) a oeste (São Miguel d'Oeste), onde se observa que quanto mais ao oeste, mais as camadas rochosas tendem a se aprofundarem, isto é, o nível dos aquíferos, especialmente no caso do Aquífero Guarani atinge os 1.000 metros de profundidade.

Conforme Cardoso, Oliveira et al., (2007), a recarga natural do Aquífero Guarani ocorre segundo dois mecanismos: por meio de infiltração das águas de chuva nas áreas de afloramentos e, de forma retardada, em parte da área de confinamento, por filtração vertical (drenança), ao longo de descontinuidades das rochas do pacote confinante.

O Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral (SAIG/SG) é constituído pelos aquíferos Guarani (sedimentar, poroso, em sua maior parte confinado, com aproximadamente 1.100.000 km² de extensão total) e Serra Geral (vulcânico, fraturado, heterogêneo, superficial, com cerca de 1.000.000 km²). Falhamentos de grande porte fazem a ligação entre ambos caracterizando, portanto, o conjunto como um sistema aquífero integrado (REDE GUARANI/SERRA GERAL, 2015).

Entre 300 e 150 Ma, na porção oeste do continente de Gondwana estendia-se uma grande depressão, aos poucos preenchida por sedimentos fluvioglaciais, depois marinhos e cada vez mais continentais - praias, flúvio-deltaicos, até desérticos: a sua consolidação originou as formações sedimentares gondwânicas da Bacia do Paraná (SCHEIBE *apud* NANNY, 2014), originando o Aquífero Guarani. “A Formação Serra Geral é o resultado de um evento vulcânico de natureza fissural que cobriu cerca de 75% de toda a Bacia do Paraná”. (CARDOSO, OLIVEIRA et al, 2007, p.9). Os mesmos autores ainda afirmam que:

Em Santa Catarina, os pacotes de lavas podem atingir espessuras superiores a 1.200 metros e depositaram-se sobre os arenitos da Formação Botucatu, cujo contato é discordante e abrupto, gerando muitas vezes intertraps, cuja origem está relacionada a uma pausa no evento vulcânico, ou até mesmo na penetração do magma, na forma de sills, nos sedimentos pré-vulcânicos. A Formação Serra Geral, é constituída essencialmente por uma sequência vulcânica básica predominante, representada por basaltos e andesitos, de coloração que vai de cinza escuro ao negro; e finalmente a sequência intermediária e a sequência ácida (CARDOSO, OLIVEIRA et al, 2007, p.9).

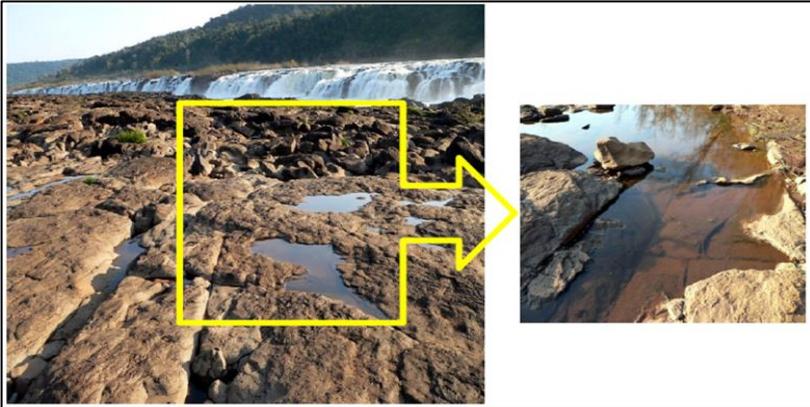
O Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), fraturado, caracteriza-se pela capacidade de armazenamento e de circulação da água relacionadas à presença de juntas e fraturas, dependendo da interligação

das mesmas, nas rochas vulcânicas cretáceas da Formação Serra Geral, (FREITAS et al., 2003, p. 57). O mesmo autor segue relacionando a importância do aquífero para a Região Hidrográfica 2 de SC:

Este aquífero representa o principal recurso de água subterrânea na região, por apresentar características que permitem a captação de água subterrânea a um custo reduzido, em geral, suprimindo satisfatoriamente as comunidades rurais, indústrias e até sedes de pequenos municípios.

A Figura 7 mostra algumas fissuras nas rochas da Formação Serra Geral.

Figura 7 - Fraturas na Formação Serra Geral



Fonte: Luiz Fernando Scheibe, 2013.
https://rgsgsc.files.wordpress.com/2013/11/apres_gas_xisto_assoc_serv_ana_20_02_2014.pdf

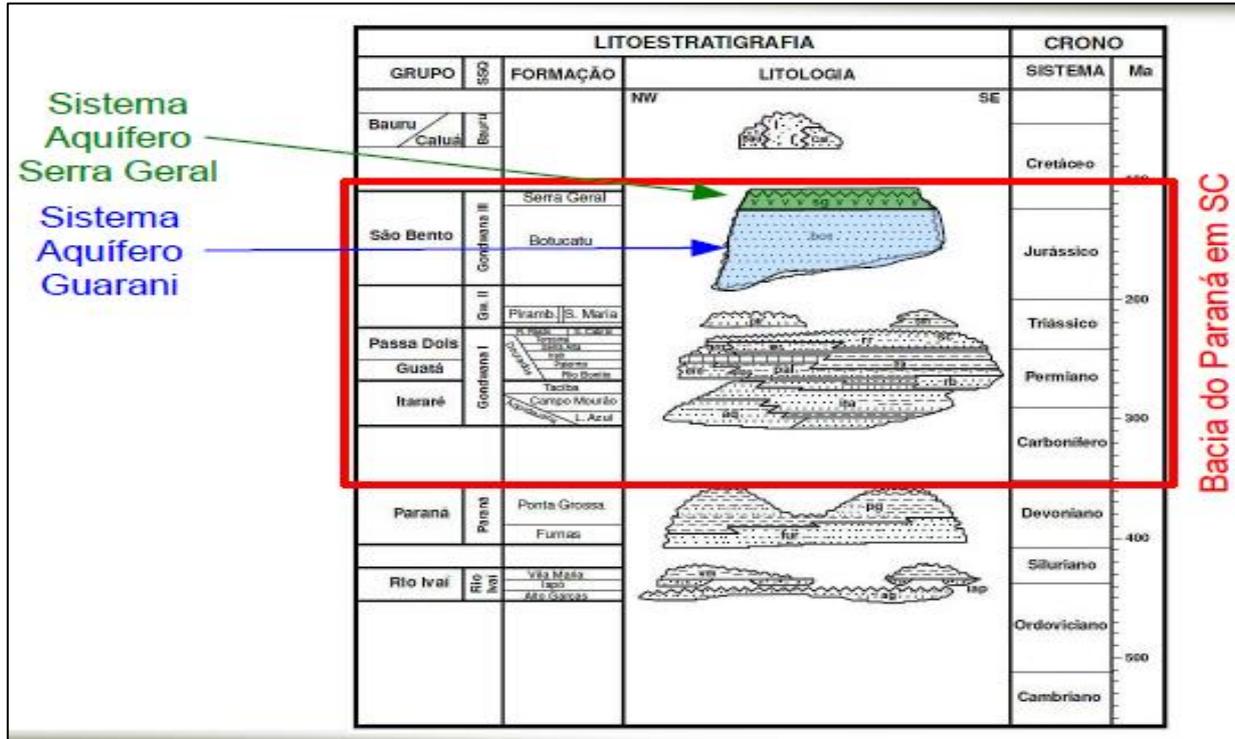
No Estado de Santa Catarina, o Aquífero Guarani é formado pelos sedimentos das formações Botucatu e Piramboia/Rosário do Sul, distribuindo-se numa área de aproximadamente 49.200 km² e encontrando-se recoberto, em quase toda sua extensão, por rochas da Formação Serra Geral, o que o torna pouco vulnerável à contaminação. (CARDOSO, OLIVEIRA, et al., 2007).

O aquífero poroso, cujo armazenamento e a circulação de água dependem basicamente da porosidade, é em Santa Catarina constituído essencialmente pela Formação Botucatu. Na região oeste este sistema, denominado de Sistema Aquífero Guarani (SAG), “encontra-se

exclusivamente confinado pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral e representa a principal reserva estratégica de água subterrânea, com grande potencialidade para o aproveitamento turístico e industrial devido a suas condições geotérmicas”, ((FREITAS et al., 2003, p. 10)). Ocorre em profundidades que variam de cerca de 360 m, registrada no poço profundo de Itá a 1.267 m, no poço profundo em São João do Oeste.

Nos períodos Triássico e Jurássico (entre 250 e 150 Ma), a formação de um imenso deserto, conhecido no Brasil como Deserto de Botucatu, originando um pacote de arenitos porosos e permeáveis, com 100 a 200m de espessura: o atual Aquífero Guarani (SCHEIBE apud NANNY, 2014), originando o Aquífero Guarani, ambos podem ser visualizados na Figura 8.

Figura 8 - Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná

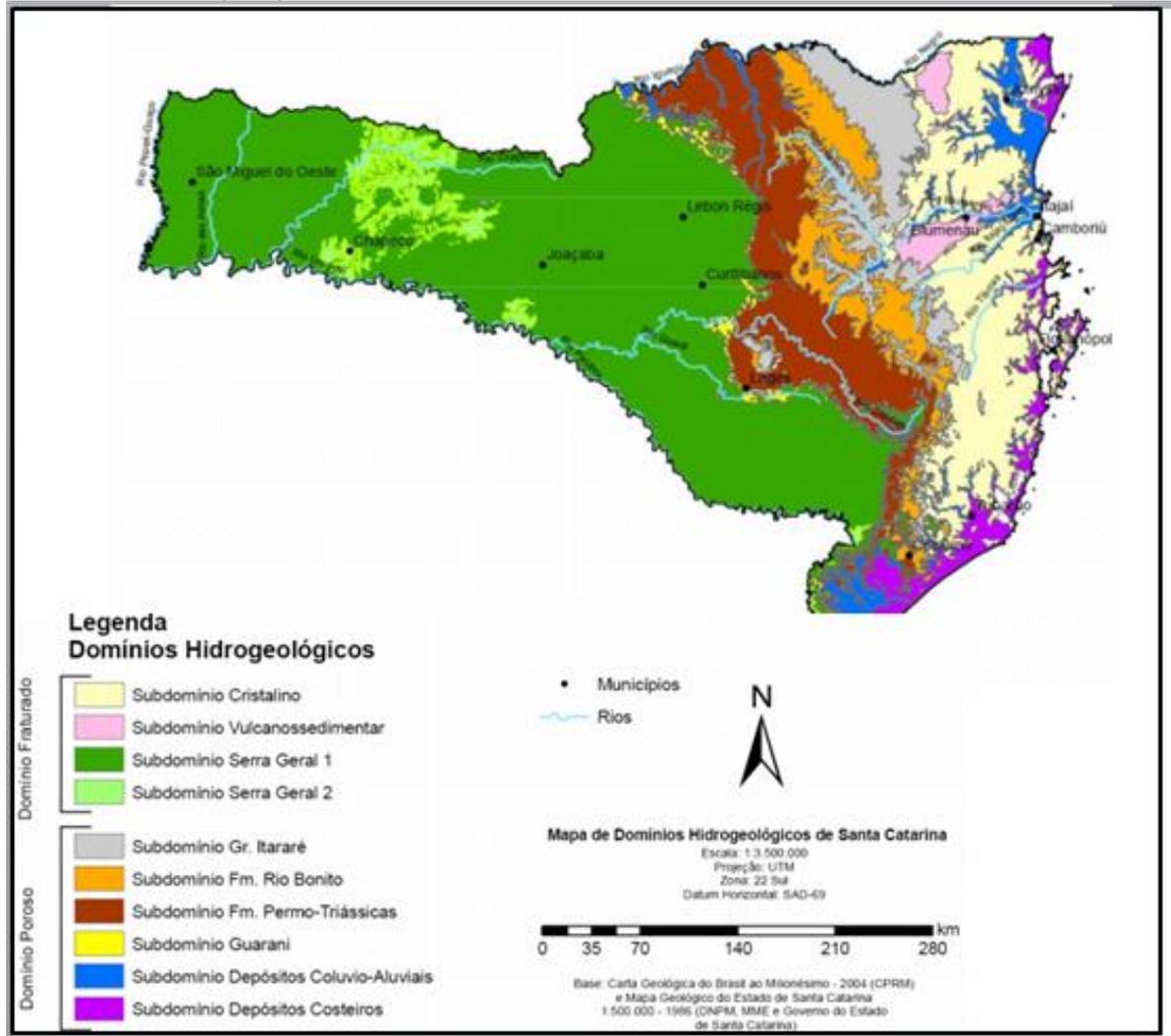


Fonte: Fonte: Modificado de Milani, 1998 por Nanni, 2014.

O Sistema Aquífero Guarani - SAG - é formado pelos arenitos eólicos de idade Jurássica e os depósitos flúvio-lacustres de idade Triássica que ocorrem sob os derrames de rochas vulcânicas de idade Jurássico Superior e Cretáceo Inferior (REBOUÇAS e AMORE, 2002, p. 1).

A Figura 9 traz os domínios hidrogeológicos de Santa Catarina, conforme pesquisas da CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil), com destaque para os subdomínios do Serra Geral no Oeste do Estado, no mapa em cores verde. Mostra também, a área de ocorrência do Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral SAIG/SG, em toda a região oeste de Santa Catarina que tem, portanto, como principal fonte de águas subterrâneas, o Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral, (REDE GUARANI/SERRA GERAL, 2015).

Figura 9 - Domínios hidrogeológicos de Santa Catarina



Fonte: Adaptado pela autora de Silva; Kirchheim – CPRM (2011).

A Formação Serra Geral é o resultado de um evento vulcânico de natureza fissural que cobriu cerca de 75% de toda a Bacia do Paraná. Em Santa Catarina, os pacotes de lavas podem atingir espessuras superiores a 1.200 metros e depositaram-se sobre os arenitos da Formação Botucatu, cujo contato é discordante e abrupto, gerando muitas vezes intertraps, cuja origem está relacionada a uma pausa no evento vulcânico, ou até mesmo na penetração do magma, na forma de sills, nos sedimentos pré-vulcânicos, (CARDOSO e OLIVEIRA et al., 2007).

O Subdomínio Serra Geral 1 é representado pelos derrames basálticos e andesíticos que formam tipos de rochas predominantemente africanas e subafricanas e sua distinção no campo é muito difícil. Este Subdomínio é conformado pelas sequências vulcânicas básicas e intermediárias. Possui cerca de 44.500 km² em Santa Catarina, ocupando quase toda porção oeste e central do Estado. A sequência vulcânica básica é formada por sucessivos derrames básicos que mostram um característico zoneamento. A partir da base para o topo ocorrem as seguintes zonas: zona vítrea, zona de fraturamento horizontal, zona de fraturamento vertical e zona amigdalóide. A sequência intermediária ocorre na região centro-oeste nas proximidades de Chapecó, Irani e Vargeão. São classificados como traquiandesitos porfíricos cinza-castanhos. As melhores condições aquíferas para estas rochas na região são aquelas em que há uma série de derrames superpostos localizados em platôs, platôs entalhados pouco dissecados, interceptados por grandes lineamentos regionais, principalmente os de direção N-S e N-40-60-W. As piores condições hidrogeológicas ocorrem nas espessas zonas centrais de derrames localizadas em terrenos muito dissecados e com topografia bastante acidentada, que mesmo interceptadas por fraturas, demonstram ser zonas improdutivas (CARDOSO e OLIVEIRA et al., 2007, p.12).

Já O Subdomínio Serra Geral 2, com aproximadamente 2.500 km² no oeste de Santa Catarina, é constituído por rochas de natureza ácida (dacitos, riodacitos, quartzo latitos e riolitos) que via de regra,

ocupam as porções superiores das sequências vulcânicas e intermediárias da Região Central da Bacia do Paraná. Em relação às rochas ácidas da Formação Serra Geral, são facilmente distinguíveis duas fácies principais: Palmas e Chapecó. As rochas da fácies Chapecó são frequentemente porfíricas com cristais de plagioclásio com até 20 mm, e dominam a borda nordeste da Bacia do Paraná (limite de São Paulo e Paraná), (CARDOSO e OLIVEIRA et al., 2007).

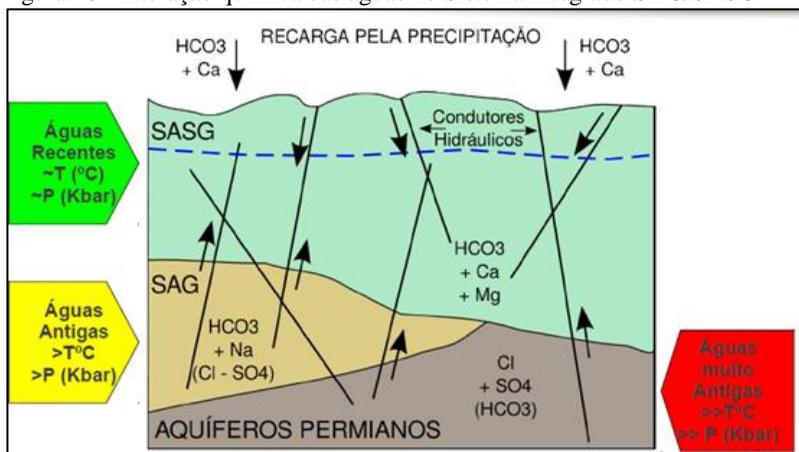
As variações composicionais, os dados geocronológicos, as características texturais e o arranjo entre derrames e intrusivas da bacia, possibilitaram a divisão do magmatismo Serra Geral em dez fácies distintas, seis relacionadas ao magmatismo máfico (fácies Gramado, Paranapanema, Pitanga, Esmeralda, Campo Erê e Lomba Grande) e quatro ao magmatismo intermediário a félsico (fácies Palmas, Chapecó, Várzea do Cedro e Alegrete). (CARDOSO e OLIVEIRA et al., 2007, p.11)

Aquífero confinado ou sob pressão artesianiana, é aquele no qual a pressão no topo do aquífero é maior do que a pressão atmosférica. Aquífero livre (também chamado freático) é aquele cuja superfície superior é o nível freático, onde todos os pontos estão sob pressão atmosférica (NANNI, 2014).

O sentido principal de fluxo das águas subterrâneas no Aquífero Guarani em Santa Catarina é de leste para oeste e de nordeste para sudoeste (E-W e NE-SW). A recarga natural deste aquífero ocorre segundo dois mecanismos: por meio de infiltração das águas de chuva nas áreas de afloramentos e, de forma retardada, em parte da área de confinamento, por filtração vertical (drenança), ao longo de descontinuidades das rochas do pacote confinante, (CARDOSO e OLIVEIRA et al., 2007, p. 18).

Na Figura 10 é possível observar como ocorre a interação entre as águas do Sistema Aquífero Serra Geral com o Sistema Aquífero Guarani.

Figura 10 - Interação química das águas no Sistema Integrado SAG/SASG



Fonte: Arthur Nanni, citado por Luiz Fernando Scheibe *in*

https://rsgsc.files.wordpress.com/2013/08/cfh_aula_inaugural_2013_scheibe.pdf.

De acordo com ANA (2005), o principal uso da água do aquífero Serra Geral, é para abastecimento doméstico e o outro, aproveitamento das águas do sistema se dá através de estâncias termais. Restrições em relação às concentrações de ferro e manganês na água já foram identificadas, e nas regiões de maior desenvolvimento urbano e industrial são conhecidos casos de contaminação bacteriológica e química.

No oeste do Estado de Santa Catarina, o “Guarani apresenta restrições à potabilidade, principalmente no tocante ao conteúdo de sólidos totais dissolvidos (média de 521,3 mg/l), e suas águas, geralmente muito salinas e fortemente sódicas, são inadequadas para a irrigação”, (ANA, 2005, p. 23). Em algumas porções isoladas da Bacia do Paraná, o SAG encontra-se recoberto pelos sedimentos cretácicos do Grupo Bauru. Esta situação, por um lado favorável à recarga, torna-o suscetível à infiltração de águas contaminadas. Exemplo dessa situação está no município de Bauru, onde janelas da Formação Serra Geral colocam em contato sedimentos do Grupo Bauru com os do aquífero Guarani (ANA, 2005). Pesquisadores da CPRM fazem alerta sobre a falta de informações e de um banco de dados em Santa Catarina quanto à abertura de novos poços:

O grande número de LP(s) protocoladas junto à FATMA dá uma ideia da quantidade de poços que vêm sendo perfurados anualmente no Estado. Entretanto, em comparação com as LP(s), as pouquíssimas LO(s) evidenciam que as informações efetivas dos poços acabam não sendo fornecidas e, conseqüentemente, não são incorporadas em um sistema com capacidade de gerar informação estratégica para o incremento da gestão. Neste ínterim os analistas dos referidos processos não possuem ferramentas de gestão capazes de identificar situações de conflito hidrogeológico. Estas informações dos novos poços tubulares poderiam estar alimentando bancos de dados (compatíveis com o SIAGAS) e estar sendo inseridas dentro do sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Estado, gerando cenários e limitações para outorgas futuras de água subterrânea. As carências relacionadas ao banco de dados é uma dos grandes entraves que precisam ser superados pelo estado na condução das políticas públicas relacionadas às águas subterrâneas (SILVA e KIRCHHEIM, 2011, p. 5).

Do cadastro de poços tubulares do SIAGAS (SILVA e KIRCHHEIM, 2011), sob iniciativa e responsabilidade da CPRM, constam para Santa Catarina (à data de junho de 2011) registros de 7.165 poços tubulares, praticamente 3.750 poços a mais do que no ano de 2006, quando o diagnóstico do Plano Estadual de Recursos Hídricos contabilizou 3.419 poços tubulares para o estado. A Figura 10 apresenta os usos das águas subterrâneas desses poços cadastrados, mas há carência de informações sobre pH, condutividade, vazão e profundidade em mais de 50% desses.

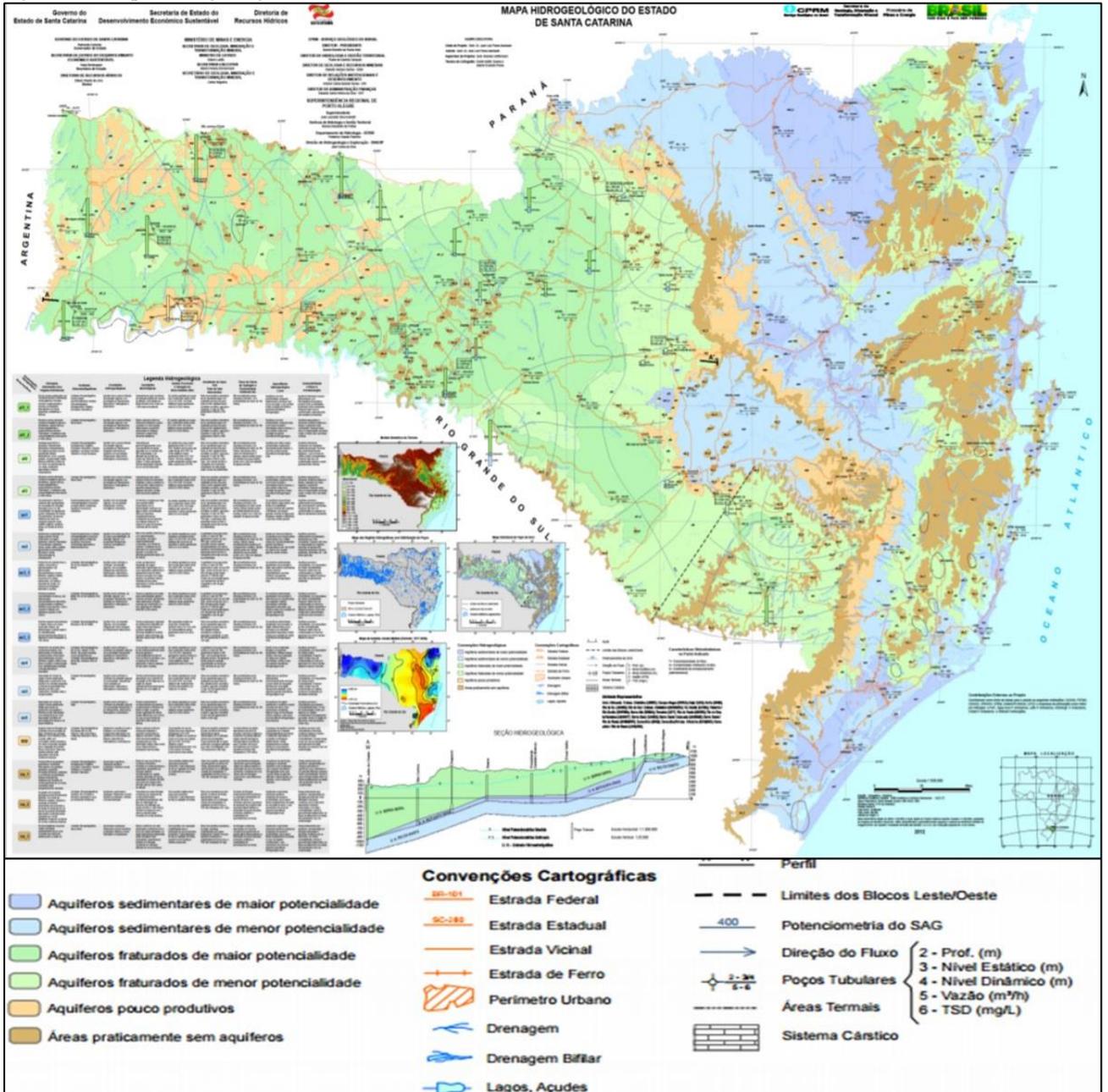
Na região oeste de Santa Catarina o Aquífero Serra Geral contava, em 2002, com mais de 2.700 poços tubulares cadastrados, com profundidade média de 117m e vazão média de 7,7 m³/h (FREITAS et al., 2003). É muito grande a porcentagem de poços secos; o número total na região é hoje desconhecido (REDE GUARANI/SERRA GERAL, 2015). Os subdomínios referentes ao Serra Geral constituem o principal recurso de água subterrânea na região oeste do Estado de Santa Catarina. “Suas características permitem a captação de água subterrânea a um custo reduzido, muitas vezes suprindo satisfatoriamente as comunidades rurais e as indústrias”. (CARDOSO e OLIVEIRA et al., 2007 p.23).

O destaque fica para a região oeste do Estado de Santa Catarina, “cuja economia e desenvolvimento social são calcados principalmente na agroindústria, que depende fundamentalmente dos recursos hídricos para a sua existência” (FREITAS et al., 2003, p.1).

O Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2012), em convênio com o Governo do Estado de Santa Catarina, elaboraram o Mapa

Hidrogeológico de Santa Catarina, na escala 1:500.000, que pode ser observado na Figura 11. Observa-se as cores correspondentes aos aquíferos no oeste do estado, onde localiza-se o município de Chapecó, o aquífero fraturado com maior potencialidade, representado pela cor verde, e também o aquífero fraturado pouco produtivo na cor marrom.

Figura 11 - Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina



Fonte: CPRM-CD, 2012.

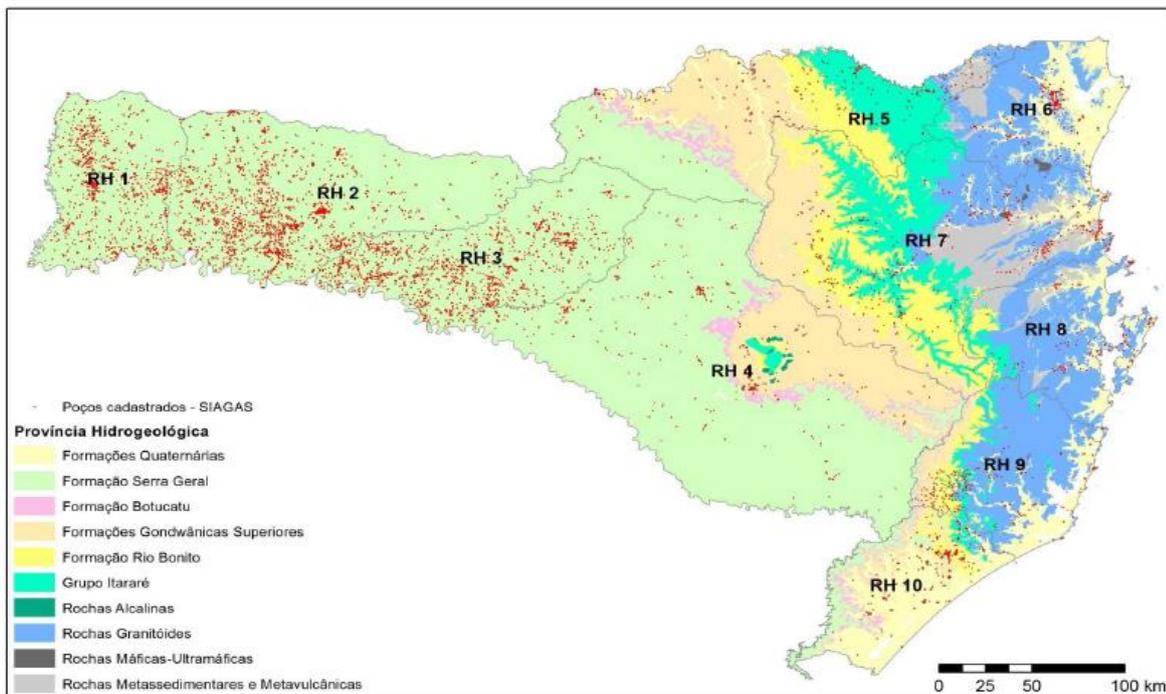
4.1 CHAPECÓ NA REGIÃO HIDROGRÁFICA 2

Santa Catarina, num contexto maior, tem seu território localizado em três grandes bacias hidrográficas: a Bacia do Sudeste, a Bacia do Iguaçu e a Bacia do Uruguai.

Em função da orientação dos cursos d'água, Santa Catarina é dividida em duas grandes regiões hidrográficas: Vertente do Atlântico e Vertente do Interior, onde se localiza toda Bacia Hidrográfica dos Rios Chapecó, Irani e Contíguos, a Região Hidrográfica 2 - RH2, no Oeste do Estado, onde se encontra o município de Chapecó. “Na Vertente do Interior os rios apresentam, via de regra, perfil longitudinal com longo percurso e com inúmeras quedas de água, o que evidencia o potencial hidrelétrico na região” (SANTA CATARINA, 2009, p. 108). A Vertente do Atlântico delimita-se principalmente pela Serra Geral: para o leste a Vertente atlântica, e para o oeste, a Vertente do Interior.

A Figura 12 apresenta um Mapa Hidrogeológico Preliminar para o Estado relacionando as regiões hidrográficas com as principais unidades litoestratigráficas, e mostrando a distribuição espacial dos poços cadastrados no oeste, a maioria no Aquífero Serra Geral, (SILVA e KIRCHHEIM, 2011).

Figura 12 - Regiões hidrográficas e principais unidades litoestratigráficas, e distribuição espacial dos poços cadastrados no estado de Santa Catarina



Fonte: Silva; Kirchheim, CPRM, 2011.

Os perfis litológicos dos poços indicam, muitas vezes, que as entradas de água estão associadas às zonas de brechas amigdaloidais, marcando o contato entre os derrames. As vazões de teste encontram-se entre 0,5 e 50 m³/h com média de 8,8 m³/h e predominando vazões de até 2 m³/h. Os níveis estáticos mais frequentes estão situados entre 0 e 10 metros de profundidade, podendo ocorrer níveis de até 130 metros, (CARDOSO e OLIVEIRA et al., 2007).

Importante lembrar que:

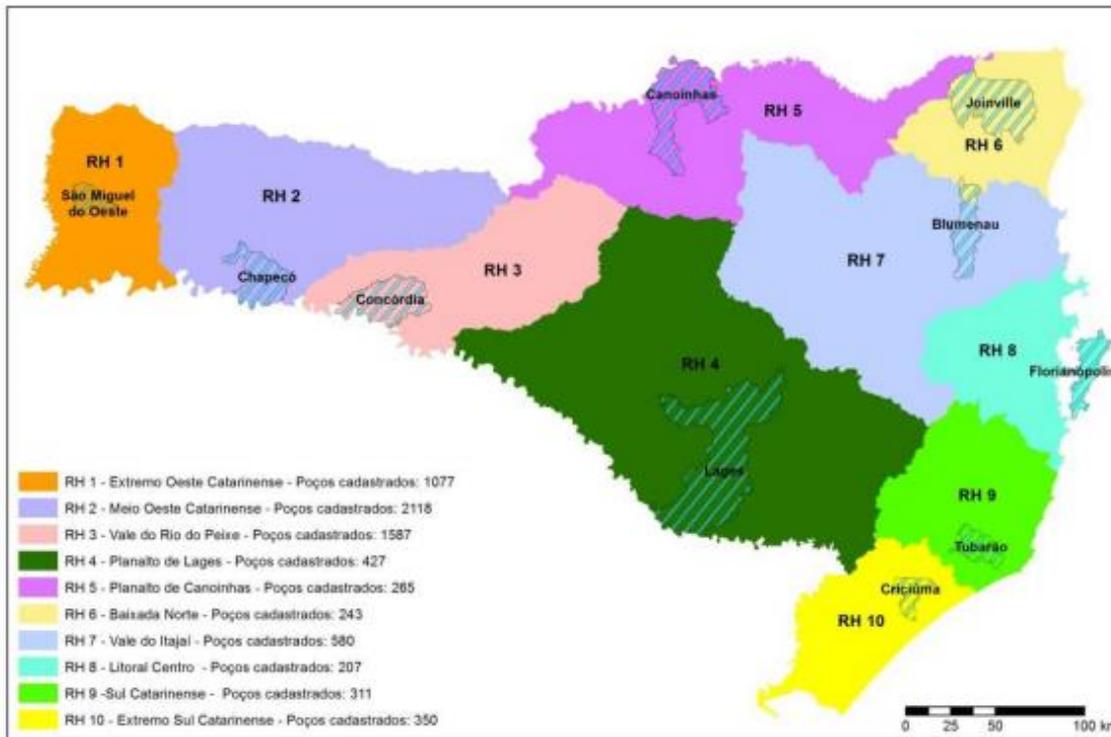
De maneira geral, utilizando dados do IBGE, verifica-se a tendência em todas as regiões hidrográficas de que aproximadamente 10.44% das demandas de consumo populacional urbanas sejam atendidas por mananciais subterrâneos, enquanto que, em meio rural, esta proporção, como esperado, sobe para 83%. A análise geral para o Estado, sob a ótica de água subterrânea se traduz numa participação de 17.24% no atendimento das demandas populacionais totais (urbanas e rurais). Estes números devem ser analisados com muita cautela e somente devem servir como referência, jamais como estimativas absolutas de uso. Sabe-se que muitos domicílios informados como possuindo rede geral, são, em verdade, abastecidos por poços tubulares operados por rede geral pelas concessionárias (SILVA e KIRCHHEIM, 2011, p. 13). *Grifos nossos*.

No oeste catarinense, a intensa atividade agropecuária, que foi realizada de maneira pouco sustentável nestes últimos sessenta anos, resultou na contaminação dos mananciais superficiais principalmente por dejetos de suínos e agrotóxicos. A degradação das águas superficiais e as frequentes estiagens ocorridas nos últimos anos na região deram início a uma crescente corrida em busca das águas subterrâneas, (FREITAS et al., 2003).

Sabe-se que o desmatamento, as práticas agrícolas intensivas e a consequente compactação do solo, alteram as relações de escoamento superficial e infiltração prejudicando a recarga dos aquíferos. A utilização de dejetos de suínos na fertilização de lavouras e os agrotóxicos constituem-se também em potenciais poluentes das águas superficiais e subterrâneas. (FREITAS et al, 2003, p. 5).

A Figura 12 ilustra as Regiões Hidrográficas de Santa Catarina e as principais concentrações de poços cadastrados; o destaque na Região Hidrográfica 2 – RH2 (em azul na Figura 13) onde foram cadastrados 2.118 poços, é para o município de Chapecó (SILVA e KIRCHHEIM, 2011).

Figura 13 - Regiões Hidrográficas e nº de poços cadastrados



Fonte: Silva; Kirchheim – CPRM (2011).

Os governos federal e estadual vêm promovendo entre outras medidas emergenciais, programas de perfuração de poços visando aumentar a oferta de água para a população. No entanto, o desconhecimento da hidrogeologia da região tem causado uma série de problemas dentre os quais, o alto percentual de poços secos, a superexploração e conseqüente esgotamento de aquíferos, além de indícios de contaminação bacteriológica em algumas cidades (FREITAS et al., 2003).

O Estado de Santa Catarina, guardadas as peculiaridades regionais físicas e socioeconômicas, não difere do cenário nacional no que diz respeito à utilização das águas subterrâneas. É consenso entre os principais atores atuantes neste tema o incremento considerável de novas perfurações em todas as Bacias Hidrográficas, em todos os aquíferos do Estado. Conforme relatos de técnicos da CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina), por exemplo, nos últimos anos foram perfurados cerca de 100 poços tubulares por intermédio desta instituição. Muitas destas perfurações estão relacionadas à expansão de serviços de abastecimento em cidades médias e pequenas, ou mesmo áreas de assentamentos e comunidades rurais, as quais têm sofrido com as constantes estiagens, principalmente no Oeste do Estado, (SILVA e KIRCHHEIM, 2011).

4.2 O GEOSSISTEMA, A PAISAGEM NO TERRITÓRIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CHAPECÓ

O Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Chapecó, Irani e bacias hidrográficas contíguas, também chamado de Região Hidrográfica 2 - RH2 - foi criado pelo Decreto Nº 3.498 de 08 de setembro de 2010. A área da bacia corresponde a 10.500 km², abrangendo 60 municípios. A Bacia do Rio Chapecó conta com um Plano Estratégico de Bacia, enquanto que o Rio Irani e contíguas ainda não. Chapecó é o município com maior número de habitantes na área do SAIG/SG, (SANTA CATARINA, 2009), tendo seu território dividido entre as bacias dos Rios Chapecó e Irani, abrangendo também as microbacias contíguas que desaguam diretamente no Rio Uruguai.

A ocupação do espaço no meio rural (Paisagem – as modificações feitas na paisagem natural se deu em decorrência do arcabouço cultural da população) é caracterizada pelas pequenas propriedades, com predominância da agricultura familiar e produção agropecuária de

sistemas integrados de produção de suínos, aves e produção leiteira, que cada vez mais necessitam de recursos hídricos de qualidade e em maior quantidade (SANTA CATARINA, 2009). Nos últimos anos, há um agravamento na fragilidade da RH2 quanto à gestão de recursos hídricos e políticas públicas com frequentes períodos de estiagens e inundações que ocorrem nessa bacia.

Quanto à vegetação da RH2, encontra-se sobre domínio das Araucárias, intensamente modificado por ações antrópicas. A Floresta Ombrófila Mista, também chamada de Floresta de Araucárias ou Mata dos Pinhais, localiza-se no planalto que vai do Rio Grande do Sul até o Paraná. Na Bacia do Rio Chapecó ocupava principalmente a porção norte. Na Floresta Ombrófila Mista o estrato superior é dominado pela Araucária (*Araucaria angustifolia*) e na submata são frequentes as canelas (*Cryptocarya aschersoniana*, *Nectandra sp.*, *Ocotea sp.*), o pau-andrade (*Persea major*), cereja (*Eugenia involucrata*), araçazeiro (*Myrcianthes gigantea*), a murta (*Blepharocalyx longipes*), camboatá-branco (*Matayba eleagnoides*), camboatá vermelho (*Cupania vernalis*), vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia*), bracatinga (*Mimosa scabrella*), angico vermelho (*Parapiptadenia rigida*), cedro (*Cedrela fissilis*), tarumã (*Vitex megapotamica*), pessegueiro-brabo (*Prunus sellowii*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), entre outras. (SANTA CATARINA, 2009, p. 174).

Nesse sentido, Freitas, (2003, p. 29) também colabora com a descrição sobre a vegetação das Bacias dos rios Chapecó e Irani:

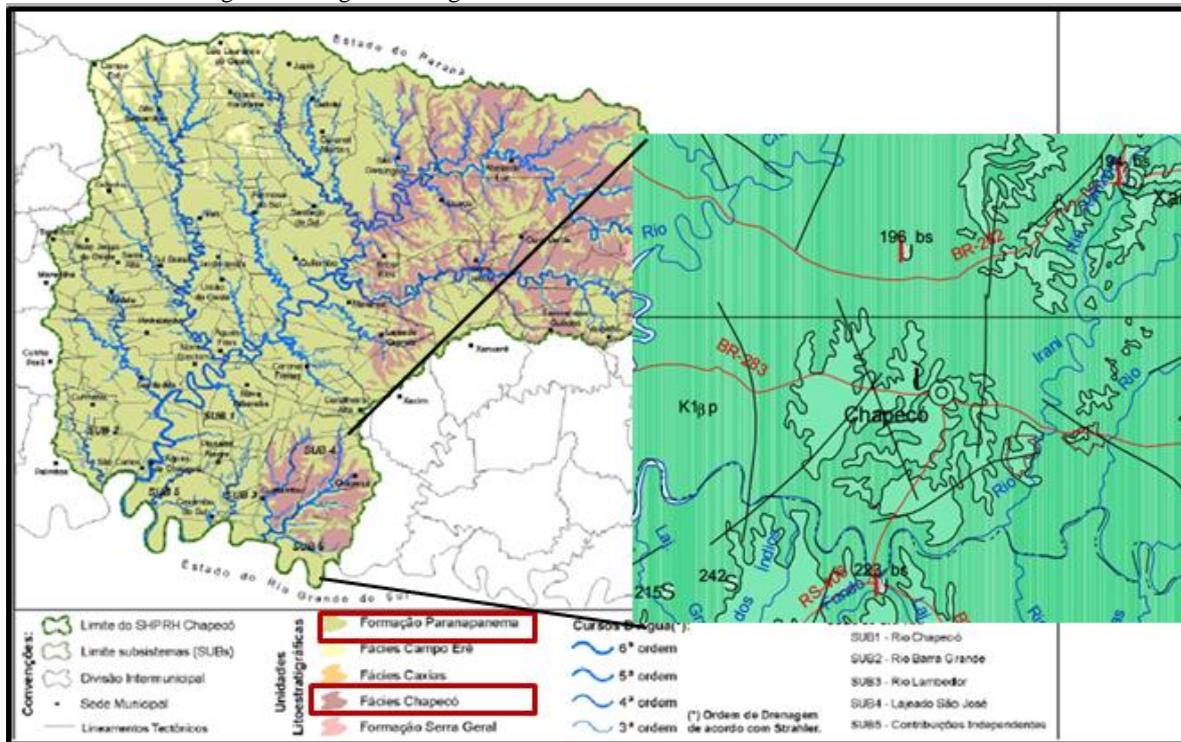
Além da predominância da Floresta Estacional Decidual (grápia, cabreúva, cedro, louro-pardo, canafístula, guatambu, guajuvira e canelas) e da Floresta Ombrófila Mista (pinheiro-brasileiro, imbuia, angico-vermelho, Maria-preta, cedro, canelas e erva mate), a vegetação primária encontra-se atualmente quase totalmente degradada pela ação do homem. Com exceção de algumas pequenas manchas da Floresta Estacional Decidual Montana remanescente, a vegetação nativa ainda existente é constituída de espécies de pouco valor econômico, já que a floresta original, frente à atividade madeireira, praticamente desapareceu. Na área polarizada por Chapecó, a vegetação primária e a secundária são da ordem de 11%, de acordo com a FATMA, (FREITAS et al., 2003, p. 29)

Uma particularidade interessante é que o município de Chapecó encontra-se na faixa de transição de duas formações fitogeográficas (SANTA CATARINA, 2014), a Floresta Estacional Decidual e a Floresta Ombrófila Mista.

As rochas vulcânicas (Geossistema – conjunto naturalista) da Formação Serra Geral que constituem o substrato da Bacia do Rio Chapecó, principal afluente catarinense do rio Uruguai, e apresentam diversas litologias, ocasionando feições geomorfológicas próprias, responsáveis por desníveis, corredeiras e saltos com importante potencial hidrelétrico e diferentes configurações de solos, favorecendo o desenvolvimento da agricultura e pecuária, bem como de importantes agroindústrias (REDE GUARANI/SERRA GERAL, 2015).

Quanto à geologia, na superfície da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó ocorrem expostas 5 (cinco) Unidades Geológicas: Fácies Campo Erê, Fácies Caxias, Fácies Chapecó, Formação Paranapanema e Formação Serra Geral (indivisa), que, respectivamente, ocupam 2,69%, 0,06%, 16,19%, 64,78% e 15,92% da área total da bacia (SANTA CATARINA, 2009, p. 125), o que pode ser observado na Figura 14. O destaque fica na parte sul da área, onde se localiza o município de Chapecó-SC (Território – se trata da história de ocupação, interesses, questões econômicas e políticas, enfim, aspectos mais complexos de transferência fonte-recurso): duas Fácies de rochas, a Chapecó (rosa) e a Formação Paranapanema (cinza), com ampliação em tons de verde para melhor observar.

Figura 14 - Unidades Geológicas na Região Hidrográfica 2



Fonte: Adaptado de Perrata, (2004); Santa Catarina, (2009).

As fácies e as formações mencionadas se constituem na subdivisão da Formação Serra Geral correspondente ao Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina – Província Hidrogeológica Mesozóica de Magmatismo Básico, Intermediário e Ácido, para alguns autores e Máfico e Intermediário para outros, incluídas no Domínio Hidrogeológico Fraturado (SANTA CATARINA, 2009, p. 125).

As rochas da fácies Chapecó são frequentemente porfíricas com cristais de plagioclásio com até 20 mm. A Fácies Chapecó é formada por rochas que variam de intermediária a félsica, de matriz variável entre microfanerítica e vitrofírica, com fenocristais de plagioclásio associados a piroxênio (PERROTA et al., 2004).

Já as Fácies Paranapanema são compostas por basalto granular que varia de fino a médio, mesocrático, com horizontes vesiculares preenchidos por quartzo, zeolita, celadonita e carbonato (PERROTA et al., 2004). Na Fácies Paranapanema (constituída por lavas básicas e/ou seus produtos de intemperização), existe a formação de um aquífero que apresenta porosidade predominantemente por fraturas. Este tipo litológico, (caso as fraturas estejam conectadas) pode localmente facilitar o caminho das águas que venham infiltrar no sistema solo-subsolo-rocha-aquífero o que eleva seu risco de alteração de sua qualidade natural (PERROTA et al., 2004).

Conforme o Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó - SHPRH Chapecó, (SANTA CATARINA, 2009), a evolução geológica da região que envolve o SHPRH Chapecó, originou como em outras regiões do Meio Oeste, extensos e numerosos lineamentos estruturais – como, falhamentos, fraturas e contatos interderrames, que se constituem de extrema importância para a recarga e a vulnerabilidade dos aquíferos ali presentes.

A geomorfologia, (SANTA CATARINA, 2014) indica que 55,30% da área do SHPRH Chapecó estão inseridas na Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai, e 44,62% insere-se no Planalto dos Campos Gerais, Chapecó localiza-se no Planalto dos Campos Gerais (Atlas Geográfico de Santa Catarina).

As classes de declividade fraca (6% a 12%) e média (12% a 20%) são as predominantes ocorrendo, respectivamente, em 29,94% e 23,99% da área da RH2. No entanto, as fortes declividades são encontradas em 16,90% da área, ou seja, em 1.578,13 km², e as muito fortes (acima de 30%), em 850,36 km² (SANTA CATARINA, 2009, p. 149).

Sobre a pedologia, na Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó, destaca-se (Santa Catarina 2009), o Latossolo Bruno, em 20,49% da área total do SHPRH Chapecó. Na sequência, destacam-se as unidades Nitossolo Vermelho e Cambissolo Húmico, que ocupam, respectivamente, 16,98% e 14,80% da área da RH2. No município de Chapecó é possível encontrar os tipos Cambissolos e Latossolos (EMPRAPA, 2004; SANTA CATARINA, 2014).

O Solo é uma das grandes riquezas na Bacia do Paraná, da qual a Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó faz parte. Os solos são ricos em nutrientes, pois a rocha mãe, basalto, é naturalmente rica em elementos essenciais para as plantas.

O Clima é o fator mais importante na formação dos solos. O Solo é, portanto, uma dádiva da natureza que leva milhares ou até milhões de anos para se formar (FRANÇA e OLIVEIRA, 2010).

As médias de temperaturas anuais na RH2, bem como no município de Chapecó ficam entre 18° e 21°, (SANTA CATARINA, 2014; EMPRAPA, 2004).

A pluviosidade média anual varia de 1500 mm a 2300 mm, sendo que os valores de maior frequência variam entre 1700 mm a 1900 mm em 58,7% da área da RH2, (incluindo o município de Chapecó), (SANTA CATARINA, 2014; EMPRAPA, 2004). Os dados climáticos (FREITAS, 2015), apontam para uma boa média anual de pluviosidade, com variações mensais que, em certos casos de estabilidade atmosférica persistente (e consequente estiagem), podem ser grandes.

A classificação climática para RH2 apresenta dois tipos predominantes: mesotérmico úmido com verão quente (Cfa) e o mesotérmico úmido com verão fresco (Cfb). Há o predomínio do tipo climático “Cfa” que se distribui em 62,3 % da RH2 (SANTA CATARINA, 2009). O município de Chapecó caracteriza-se pelo clima Subtropical.

Quanto ao número de ocorrências por municípios que decretaram estado de emergência por conta de estiagem nos anos de 2004 até 2009, na RH2, apresentam-se: 2004 - 52 ocorrências; 2005 - 94 ocorrências; 2006 - 64 ocorrências; 2007 nenhum decreto; 2008 - 23 ocorrências e em 2009 - 14 ocorrências, (SANTA CATARINA, 2009; HERRMANN, 2014).

O número de ocorrências por municípios que decretaram estado de emergência por conta de enxurradas nos anos de 2004 até 2009, na RH2, foi assim distribuído: em 2004 foi uma ocorrência apenas; 2005 foram 7 ocorrências; 2006 nenhuma ocorrência dessa natureza; 2007 há

1 ocorrência; 2008 foram 16 decretos de ocorrências e no ano de 2009 nenhum decreto, (SANTA CATARINA, 2009; HERRMANN, 2014).

Quanto ao mapa de usos da terra, atualmente, a conformação original encontra-se bastante modificada e por isso a importância geossistêmica ao analisar fatos e fenômenos em um determinado território, aqui, a Bacia do rio Chapecó. O intenso desenvolvimento agrícola (Paisagem, dentro do sistema GTP) e agropecuário no Oeste Catarinense, onde localiza-se a RH2, sobre tudo na década de 1960, modificou profundamente o aspecto da vegetação primária do Estado. Por este motivo, desde o começo do século XX, “a mata está sendo derrubada no afã de exploração de madeira de lei, principalmente para conquistar novas terras para agricultura. Já os campos foram modificados devido às atividades pastoris e às queimas periódicas”. (SANTA CATARINA, 2009, p. 174).

De certo modo, a interferência do homem no ecossistema deve ser considerada como algo natural e normal, da mesma forma que ocorre a interferência de outras espécies, inclusive os microrganismos, (MONTEIRO, 1996). Na RH2, os ecossistemas naturais encontram-se bastante reduzidos, estando os ambientes acentuadamente antropizados, fruto do processo histórico de ocupação e transformação dos espaços.

Conforme o Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó (Santa Catarina, 2009), a produção pecuária divide-se, basicamente, em duas atividades: a pecuária de corte e a pecuária leiteira. Destaca a necessidade de produção (de derivados de carne e leite) não apenas para o abastecimento local e regional, mas também, para o fornecimento em âmbitos nacional e internacional, no caso específico da RH2.

A silvicultura ou reflorestamento, atividade que se faz presente pelo cultivo de pinus, eucalipto e acácias, é, preferencialmente, destinada à produção de lenha, (SANTA CATARINA, 2009).

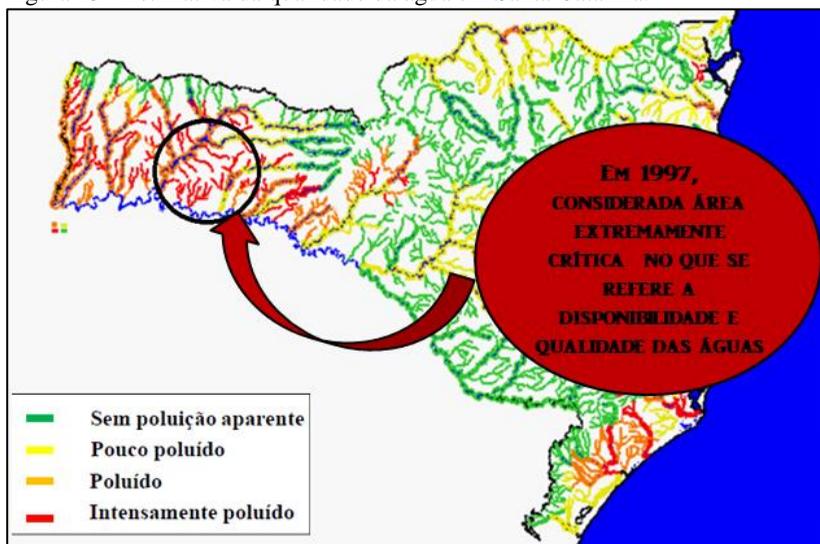
A indústria de transformação, inserida no setor secundário, apresentou um contingente significativo de pessoas ocupadas (30.344), estando associado, principalmente, às agroindústrias. O município de Chapecó foi o que apresentou maior número de pessoas ocupadas na indústria de transformação, (...). No setor terciário, as atividades associadas ao comércio e serviços foram as que apresentaram maior número de pessoas ocupadas, com grande contribuição, novamente, do município de Chapecó. (SANTA CATARINA, 2009, p. 192). *Grifos da autora.*

Silva e Kirchheim (2011) afirmam que se verifica uma forte tendência por parte do setor industrial em adotar alternativas de água subterrânea em sua matriz de abastecimento. Neste caso específico, a dinâmica depende dos critérios locacionais das próprias empresas, que tendem a instalar-se em alguns dos corredores de crescimento industrial e urbano identificados para o Estado.

Na RH2 encontramos “atividades agropecuárias, industriais, geradoras de energia, de abastecimento público e esgotamento sanitário que utilizam os rios como fonte do recurso natural, ou como lançamento de resíduos” descreve Freitas, (2003, p 51) quando da realização do diagnóstico Projeto Oeste de Santa Catarina – PROESC. “Esta situação motivou todos os setores que necessitam deste recurso natural para o seu processo produtivo, a buscarem outra fonte alternativa, neste caso as águas subterrâneas”, (FREITAS et al., 2003, p 51).

A Figura 15 apresenta a estimativa da qualidade das águas superficiais nas bacias hidrográficas de Santa Catarina quanto à poluição, (SANTA CATARINA / SDM, 1997), onde a cor verde representa rios sem evidência aparente de poluição (normal), o amarelo são os rios com alguma poluição aparente (preocupante), a cor laranja demonstra que os rios estão com poluição aparente (crítico), enquanto que a cor vermelha refere-se aos rios com grave poluição aparente (Extremamente Crítica), com destaque para boa parte da RH2, onde se localiza o município de Chapecó-SC, conforme contorno em preto.

Figura 15 - Estimativa da qualidade da água em Santa Catarina.



Fonte: Modificado de Santa Catarina, 1997, pela autora.

Já no estudo realizado no Oeste Catarinense (PROESC), no final da década de 1990 até a década de 2000, (FREITAS et al., 2003, p. 4) afirmava que “atualmente a demanda de água para abastecimento público, tanto para o meio rural quanto urbano, é atendida na região através de mananciais superficiais e subterrâneos”. O meio rural tem alto potencial de consumo de água principalmente na criação de suínos, aves e na piscicultura, que no decorrer das décadas têm os plantéis aumentados, atende sua demanda através de poços tubulares comunitários ou individuais, ou através do aproveitamento de fontes naturais, conclui Freitas, (2003). Na hora da transformação da matéria-prima, no urbano, “os grandes frigoríficos, maiores consumidores de água, geralmente utilizam no seu processo industrial águas superficiais (rios e açudes) e complementam seu abastecimento com poços tubulares”, (FREITAS et al., 2003, p. 4). Quanto à importância da água em um território pode ser estimada a partir da afirmação de que ela “se infiltra em tudo no ar, na terra, na agricultura, na indústria, na nossa casa, em nosso corpo e revela nossas contradições socioambientais melhor que qualquer outro tema” (PORTO-GONÇALVES, 2004, p.161). A paisagem não é somente construção dos homens, tampouco, da natureza. A paisagem pertence a uma terceira via ontológica, indefinida por uma dimensão da existência. O processo de produção do

espaço nem sempre gera paisagens, pode gerar sua negação, que Bertrand (2007), descreve como sendo a sociedade contra paisagem.

Em relação às águas subterrâneas, a RH2 está sobre dois aquíferos, o Aquífero Serra Geral e o Aquífero Guarani, (SILVA e KIRCHHEIM, 2011, p.1) “no caso destas regiões coincidirem com áreas potencialmente aquíferas, a opção pela perfuração de poços é bastante sedutora”. “O abastecimento por poços criou a ideia de que estes garantem um suprimento de água de boa qualidade, aparentemente imune a todo processo de degradação ambiental que vem ocorrendo na superfície” (FREITAS et al., 2003, p. 5).

As águas do Aquífero Guarani no oeste de Santa Catarina, apesar de possuírem baixos teores de flúor, apresentam restrições à potabilidade, principalmente no tocante ao conteúdo de sólidos totais dissolvidos. Suas águas geralmente muito salinas e fortemente sódicas também podem ser inadequadas para a irrigação, (FREITAS et al., 2003; CARDOSO, OLIVEIRA et al, 2007).

Para, Silva e Kirchheim (2011), o Diagnóstico dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Oeste do Estado de Santa Catarina, denominado Projeto Oeste de Santa Catarina - PROESC, concluído em 2002, realizado sob a forma de um convênio entre a CPRM e o Governo do Estado de Santa Catarina, foi, e seguia sendo, sem dúvida nenhuma, a mais importante referência de água subterrânea, mesmo 12 anos após sua realização. Segundo eles:

O intuito deste projeto foi justamente preencher a lacuna de conhecimento sobre as águas subterrâneas da parte oeste do Estado, destacando condições geológicas e hidrogeológicas, potencialidades, qualidade físico-química das águas subterrâneas e aspectos construtivos dos poços tubulares. Destaca-se, entre as muitas informações disponibilizadas pelo PROESC, o cadastro de poços tubulares para a região, o qual, em seguida, uma vez encorpado por outros cadastros e fontes de informações, foi incorporado ao Sistema de Informações em Águas Subterrâneas - SIAGAS, desenvolvido e mantido pela CPRM para o país inteiro (SILVA e KIRCHHEIM, 2011, p. 4).

O principal objetivo do projeto PROESC foi avaliar a situação dos recursos hídricos subterrâneos da região, destacando suas condições geológicas e hidrogeológicas, potencialidade, qualidade físico-química das águas subterrâneas e aspectos construtivos dos poços tubulares (FREITAS et al., 2003). Esse cadastramento e análises ocorreram nos anos de 1998 a 2002.

4.3 RESGATE HISTÓRICO: A COLONIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ-SC

O Oeste Catarinense é o espaço constituído pelo território do primitivo Município de Chapecó. Se, administrativamente, havia ali uma região, isto não ocorria sob o ponto de vista geográfico, pois o recenseamento de 1920 encontrou, naquela área, a população de 11.315 habitantes, (IBGE, 2014).

O Oeste Catarinense teve sua colonização iniciada na década de 20 e a partir de 1940, as atividades de agropecuária e agroindústria, baseadas na pequena propriedade agrícola familiar diversificada, incrementaram o processo de colonização da região. Esta colonização ocorreu através da recepção do excedente populacional da “colônia velha” do Rio Grande do Sul e de outras regiões de Santa Catarina; da colonização de origem italiana e alemã, em sua maioria com tradição na policultura e criação de animais domésticos (suínos, aves e bovinos); e da colonização privada, em unidades chamadas “colônias”, com áreas de 24,2 hectares (FREITAS et al., 2003, p. 4).

O município foi criado em 1917, sob a Lei Estadual Nº. 1.147 de 25.08.1917 e possuía uma área de aproximadamente 14.000 Km², (WAGNER, 2005) representando 14,74% da área do Estado de Santa Catarina, porém, com os desmembramentos ocorridos a partir de 30 de dezembro de 1953, o espaço geográfico foi sendo reduzido (atualmente Chapecó representa 0,65% do território estadual).

A criação do Município de Chapecó, em 25 de agosto de 1917, representou para a região oestina: a) a definição da região como parte integrante do contexto catarinense - nova unidade político-administrativa; b) a necessidade urgente de uma ação de colonização para a região por parte das autoridades constituídas em nível local e estadual; c) a transferência da colonização para a iniciativa particular. Assim, a colonização da região inicia-se com as primeiras manifestações no sentido de a região receber ações e empreendimentos das Companhias de Colonização, através da venda e/ou doações de terras por parte do governo (IBGE, 2014, p.1).

Assim, a partir de 1918, com a chegada das companhias colonizadoras, o processo migratório de populações vindas principalmente do Rio Grande do Sul teve início. Dentre as Companhias de Colonização que atuaram na região do Município de Chapecó, a partir de sua criação, destacam-se a Empresa Colonizadora fundada por Ernesto Francisco Bertaso e os irmãos Passos Maia em 1918 e que se

instalou no antigo povoado de Passo dos Índios (atual cidade de Chapecó) com um escritório (IBGE, 2014).

Esta colonizadora tornou-se proprietária de vasta área e responsável por qualquer iniciativa comercial e colonizadora dentro de seu patrimônio que atingiu a casa de 2.249.259.441m². A área inicial, sob a jurisdição da colonizadora Bertaso, abrangia as fazendas: a) Campina do Gregório, com 15.000 mil alqueires, ou seja 509.234.874m², adquirida por compra em 1918 dos herdeiros da Baronesa de Limeira (SP). b) Fazendas Rodeio Bonito e Chapecó, totalizando 100.000 mil hectares, por concessão do Governo do Estado de Santa Catarina, cujo contrato data de 26 de junho de 1920. Respectivamente, a área das fazendas era de: 288.202.080m² e 538.186.742m², (IBGE, 2014, p. 1).

Hass (2003) descreve que os pinhais rodeavam o pequeno povoado cortado por rios de águas límpidas, por volta de 1920, quando os primeiros desbravadores chegaram, para explorar os recursos naturais, trazendo o progresso e o desenvolvimento. A formação territorial de Chapecó está intimamente ligada ao processo sócio histórico e econômico que constituiu a região Oeste Catarinense, onde (BAVARESCO, 2006, p. 1) “os ciclos econômicos pelos quais o Oeste passou (pecuária, erva - mate, madeira e agroindustrial), foram os mesmos ciclos que ocorreram na extensa área que Chapecó ocupava”. A paisagem pode ser entendida como a materialidade da sociedade sedimentada no território, visível, percebida e sentida diferentemente pelos homens no decorrer das décadas. Em todos esses ciclos o recurso “água” existente nesse território e de maneiras diferentes foi fundamental para o desenvolvimento de todas as atividades econômicas implantadas aqui.

A atividade econômica do extrativismo, com a conseqüente venda da produção aos países do Prata, através do sistema de balsas, tomou conta. Graças à fertilidade de seu solo, num curto espaço de tempo a região oesteina inseriu-se em um processo amplo de expansão econômica colonial do Sul do país, (IBGE, 2014). Muito sabiamente encaixa-se no contexto da colonização de Chapecó o que escreve Milton Santos:

No começo da história do homem, a configuração territorial é simplesmente o conjunto dos complexos naturais. À medida que a história vai fazendo-se, a configuração territorial é dada pelas obras dos homens: estradas, plantações, casas, depósitos, portos, fábricas, cidades etc; verdadeiras próteses. Cria-se uma configuração territorial que é cada vez mais o resultado de uma produção histórica e tende a uma negação

da natureza natural, substituindo-a por uma natureza inteiramente humanizada. (SANTOS, 2001, p. 39).

Historicamente, o Oeste Catarinense foi ocupado de maneira diferente que o restante do estado, fato esse que influencia até hoje nos acontecimentos desta parte de Santa Catarina. Na Figura 16 é possível visualizar a área ocupada pelo município de Chapecó, em 1930, estendendo-se desde o município de Cruzeiro (hoje Joaçaba e região) até a divisa com a Argentina, a oeste. Para Alba, (2002), possuía um significativo espaço natural, representado por uma grande quantidade de árvores, que constituíam a mata nativa do lugar. Além disso, a disponibilidade hídrica, uma vasta área territorial e outros aspectos naturais, pouco alterados.

Figura 16 - Mapa do município de Chapecó, 1930.



Fonte: Acervo CEOM (Centro de Memória do Oeste de Santa Catarina).

A partir dos anos de 1940, (VICENZI, 2008), com o caráter das terras como sendo férteis e produtivas, os recursos hídricos em grande quantidade e de boa qualidade, além da facilidade relativa do escoamento da produção propiciaram certa expansão econômica, que se ampliou para além da agricultura, originando núcleos artesanais e pequenas indústrias. As agroindústrias foram consideradas o motor básico da formação do município de Chapecó.

Já na década de 1950, Chapecó, assumia o papel de polo regional, (RECH, 2008) tornando-se referência para os municípios vizinhos.

As principais explorações agropecuárias começaram com a suinocultura, avicultura, milho, feijão, soja e consolidaram-se com a bovinocultura de leite, citricultura, erva-mate e piscicultura, e por alternativas propostas, como a olericultura, fruticultura e a silvicultura, entre outras, (FREITAS et al., 2003).

A formação territorial de Chapecó possui reflexos de diversas dinâmicas que foram exploradas no passado no que se refere aos problemas urbanos e ambientais atuais. “A inserção progressiva da lógica da (re) produção capitalista ao longo do processo histórico observado na região tem promovido impactos socioambientais expressivos, assim como a geração dos problemas urbano ambientais nas últimas décadas” (FUJITA, 2008, p. 180). Santos (2001, p. 230) afirma que o “território termina por ser a grande mediação entre o Mundo e a sociedade nacional e local, já que, em sua funcionalização, o “Mundo” necessita da mediação dos lugares, segundo as virtualidades destes para usos específicos”. Nesse contexto, o território de Chapecó está “produzindo” a “serviço” do mercado nacional e internacional, encaixando-se na fala de Milton Santos.

“Com a criação do complexo agroindustrial houve melhorias no bem-estar dos agricultores e seus familiares, especialmente no que diz respeito à criação de oportunidades de trabalho principalmente na indústria e na agricultura”, (FREITAS et al., 2003, p. 4).

Nas décadas de 1970 e 1980 ocorre a consolidação das agroindústrias no processo de estruturação e transformações no município, principalmente devido ao seu poder de atração de população migrante, resultando em um acelerado processo de urbanização (FACCO, 2011). Ocorreram muitas transformações, principalmente no espaço natural.

Para acelerar o progresso do “celeiro do Oeste” como foi reconhecida a cidade de Chapecó, muitos rios foram modificados e houve inúmeras ocorrências de desmatamentos, queimadas, lançamento de agrotóxicos, existência de construções de estradas, atividades

agroindustriais, bem como moradias irregulares e muitos resíduos sólidos, (ZENI, 2007).

Para Milton Santos (2001, p. 207), “cria-se, praticamente, um mundo rural sem mistério, onde cada gesto e cada resultado devem ser previstos de modo a assegurar a maior produtividade e a maior rentabilidade possível”. Ainda para esse autor, plantas e animais já não são herdados das gerações anteriores, mas são criaturas da bio tecnologia; as técnicas a serviço da produção, da armazenagem, do transporte, da transformação dos produtos e da sua distribuição, respondem ao modelo mundial e são calcadas em objetivos pragmáticos, tanto mais provavelmente alcançadas, quanto mais claras for o cálculo na sua escolha e na sua implantação, (SANTOS, 2001).

Pode-se dizer que o capital em Chapecó encontrou sua forma específica de desenvolver sua cooperação. As agroindústrias, motor das transformações urbanas e rurais do lugar, produziram uma cooperação não só no local da fábrica e dos outros ramos de produção, mas desenvolveram a cooperação entre o rural e o urbano. Temos em Chapecó, um processo de cooperação que desencadeou uma divisão espacial do trabalho; de um lado, um espaço urbano central e monopolista, e de outro, um espaço agrário controlado e submetido às necessidades do capital urbano – as agroindústrias (ALBA, 2002, p. 11).

Considerando que a paisagem é fruto da organização social sobre um ambiente físico natural, (COLAVITE, 2009, p. 35) “qualquer atividade humana gerará impactos sobre o meio e conseqüentemente alterará a paisagem”. Segundo ele, dois aspectos devem ser considerados nesse caso: “a susceptibilidade (fragilidade) do ambiente diante das atividades humanas e o grau de impacto que cada atividade tem capacidade de produzir no ambiente”.

Zeni (2007) enfatiza que neste momento da história da cidade, Chapecó esquece-se de olhar para a natureza, e isso conduz a uma reflexão dolorida, pois abre cenários que mostram a presença de rios que foram escondidos em paredes de cimento, de peixes que sumiram de rios, de matas ciliares que não existem mais. Nesse contexto, “a água precisa ser pensada enquanto inscrição da sociedade na natureza, com todas as contradições implicadas no processo de apropriação da natureza pelos homens e mulheres por meio das relações sociais e de poder” (PORTO-GONÇALVES, 2004, p.152). Ainda para este autor, “o ciclo da água não é externo à sociedade ele a contém com todas as suas contradições”.

Para Santos (2001, p. 71), o passado e o presente de um determinado território estão indissociáveis, isso por que “a dialética se

dá entre ações novas e uma "velha" situação, um presente inconcluso querendo realizar-se sobre um presente perfeito". A paisagem é apenas uma parte da situação. "A situação como um todo é definida pela sociedade atual, enquanto sociedade e como espaço".

Atualmente, o Parque Industrial do Município, baseado historicamente na agroindústria, encontra-se em amplo processo de diversificação. Tendo-se instalado para suprir a demanda dos frigoríficos locais e regionais, as indústrias do ramo metal-mecânico crescem e se modernizam, produzindo equipamentos para os mercados nacional e internacional (FACCO, 2011). Estão também presentes os ramos de plásticos e embalagens, transportes, móveis, bebidas, biotecnologia na industrialização de carnes, software, confecções e outros (IBGE, 2011). No que se refere ao setor primário, a agricultura e criação de animais como matéria-prima para as agroindústrias permanecem, apenas com acréscimo da atividade leiteira em pleno crescimento no município, o que demanda cada vez mais usos dos recursos naturais, como a água (FACCO, 2011). "A paisagem urbana reúne e associa pedaços de tempo materializados de forma diversa, autorizando comportamentos econômicos e sociais diversos" (SANTOS, 2001, p. 209). Daí a importância da análise integradora de um território municipal e nessa perspectiva, Scheibe (1997) coloca que:

O município é uma realidade complexa, constituída por uma base territorial, com uma cobertura vegetal modificada pelo uso humano do solo para agricultura, pecuária e urbanização, pelos elementos da dinâmica econômica, as inter-relações que ocorrem através do comércio e da indústria, influenciadas pela realidade internacional (SCHEIBE, 1997, p.135).

A partir do ano de 2000, a preocupação com relação à proteção aos recursos naturais aparece, com um caráter simplesmente regulatório, reconhecendo a importância desses recursos e definindo restrições para sua utilização e ocupação, (FUJITA, 2008). O modelo de crescimento econômico, (COMPAGNONI, 2009), gerou enormes desequilíbrios ao meio. Há necessidade da busca pela conciliação e equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, já que a intervenção antrópica no meio é a responsável pelas situações de risco que existem. Outro autor também descreve sobre isso, dizendo que:

A sociedade e o ambiente passam por um período de intensas modificações, crescimento vertiginoso de cidades e de centros industriais sem consonância com a intensificação da exploração agrícola e contínuo aumento do desmatamento, que junto têm gerado significativas alterações na paisagem e nas relações entre seus

elementos, devendo, desta forma, ser analisado como um sistema de interações complexas (COLAVITE, 2009, p. 28).

O Quadro 5 mostra a caracterização da evolução da população rural e urbana do município de Chapecó, de 1940, por década, até 2017. Observa-se que foi a partir da década de 1970 que ocorreu uma inversão no percentual da população predominantemente rural para urbana, nessa década ocorreram muitos desmembramentos de novos municípios. Salienta-se que foi nessa década que a agroindústria Sadia assim como outras iniciaram suas atividades no município de Chapecó. Outra observação interessante a ser feita é que, mesmo com os desmembramentos ocorridos a partir da década de 1970, a população cresceu principalmente urbana, mantendo-se com pouca variação no rural.

Quadro 5 - Evolução populacional de Chapecó de 1940 até 2017

Ano	Total	Pop. Urbana	%	Pop. Rural	%
1940	44.327	4.128	9.31	40.199	90.69
1950	96.604	9.736	10.08	86.868	89.92
1960	52.089	10.939	21.00	41.150	79.00
*1970	50.117	20.591	41.150	29.526	58.92
1980	83.864	55.286	65.92	28.578	34.08
1991	123.050	96.751	78.62	26.299	21.38
1998	135.884	119.578	88.00	16.306	12.00
2010	183.561	168.159	91.60	15.402	8.40
**2015	205.795	190.36	92.50	15.435	7.50
***2017	213.279	197.284	92.50	15.995	7.50

*Na década de 1970, já haviam desmembrados vários municípios de Chapecó, assim como ocorreu nas décadas de 1980 e 1990, porém, na década de 1970 ocorreu diminuição da população.

**Conforme projeção do IBGE.

***Conforme projeção do IBGE.

Fonte: Autora, a partir IBGE e Prefeitura Municipal de Chapecó.

4.3.1 Os recursos hídricos e a paisagem no território municipal de Chapecó-SC: um olhar para o passado

Nicolai (2001), diz que a água como um bem econômico no território de Chapecó é um recurso finito e vulnerável, essencial para a sustentação da vida, requer uma gestão efetiva através de ações integradas e participativas que protejam os ecossistemas naturais, e ao mesmo tempo propiciem o desenvolvimento social e econômico, com a proteção dos ecossistemas naturais. “Nas décadas de 1920, 1930, 1940 e 1950, a exploração da madeira levou a grandes desmatamentos” (BALDISSERA; REIS, 2014, p. 3).

Baldissera; Reis (2014) descrevem os diferentes papéis históricos que a água teve na construção do espaço municipal de Chapecó: fonte de alimento e lazer, transporte, fonte de energia, local de deposição de resíduos urbanos e industriais, manancial de abastecimento de água potável, turismo e lazer. Ainda, os mesmos autores, essas funções interferiram diretamente na configuração sócio espacial presente na realidade urbana do município, influenciando a localização estratégica das atividades e levando a transformações ambientais hoje evidenciadas em seu espaço geográfico.

Os primórdios são caracterizados por uma relação harmônica com a natureza, com os indígenas e primeiros povoadores extraindo daí o alimento para sua subsistência. Os acampamentos eram localizados nas proximidades dos rios, com suas populações vivendo da caça e pesca, porém com características nômades. Para os indígenas, a água tinha papel sagrado, elemento vivo, que fazia parte dos seus rituais. Os rios tinham a função de via de transporte e fonte de alimento, servindo também como orientabilidade e elemento de demarcação de divisas, (BALDISSERA; REIS, 2014, p. 8).

“Em Chapecó, até a década de 1970, a demanda por água foi atendida por poços comuns, em profundidade média de 12 metros. Porém, com o crescimento da cidade aumentou também a quantidade de poços”, (FACCO, 2011, p. 72).

A poluição das águas dos poços em função da aglomeração urbana vai se tornando quase inevitável, na década de 1960. Os índices de coliformes fecais passam a atingir cada vez mais números elevados. Assim, a saúde da população corria perigo, (Wagner, 2005), “Daí a necessidade do abastecimento com água tratada nas cidades, especialmente nos bairros e favelas e assentamentos precários, onde o risco de poluição normalmente é maior” (WAGNER, 2005, p. 27).

A disponibilidade de água, em quantidade e qualidade, tem sido uma condicionante ao desenvolvimento do município nos diferentes ciclos econômicos, caracterizando uma relação de exploração, na maioria das vezes, de destruição de seus recursos naturais, segundo Baldissera; Reis (2014).

As relações que se estabeleceram entre as localizações das atividades econômicas e os cursos d’água nos diferentes períodos da história, aos poucos, fez com que, os mesmos, que eram utilizados para o lazer e alimento, passaram a ter a função de transporte de resíduos. A água também passa a ter importante papel econômico, com as serrarias, moinhos e olarias, dependentes do recurso, instalando-se nas margens dos rios (BALDISSERA; REIS, 2014, p. 8).

Segundo o engenheiro e ex-Prefeito Altair Wagner (2005):

Em Chapecó, na década de 1960, houve um projeto de abastecimento de água executado por um órgão federal chamado de Serviço Especial da Saúde Pública, o SESP, que prestava serviços à saúde pública. A captação foi feita em uma pequena barragem no Lajeado dos Índios, no bairro Maria Goretti, no prolongamento onde hoje se encontra o Colégio Irene Stonoga. De acordo com ele, cometeu-se um erro referente à projeção de dados estatísticos sobre a população de Chapecó, que cresceu mais do que a média nacional ou regional, conforme dados estatísticos fornecidos pelo IBGE na época. Antes que o projeto de abastecimento de água em Chapecó fosse totalmente executado, seu objetivo já estava superado, sendo abandonado o projeto, (WAGNER, 2005, p. 28).

Em 1964, a prefeitura mandou fazer, em Curitiba, um novo projeto, cujo sistema era alimentado por poços artesianos, que supriram a demanda, funcionando até 20 de julho de 1973, quando aconteceu o convênio entre a Prefeitura Municipal de Chapecó e a Companhia Catarinense de Água e Saneamento – Casan, que passou a fornecer água tratada para a população local (WAGNER, 2005).

Em 20 de julho de 1973 foi assinado o convênio nº 22/73, entre Prefeitura e Casan (Companhia Catarinense de Água e Saneamento). “A Casan incorporou o sistema e passou a ampliar a rede de abastecimento para toda cidade. Fez captação de água na barragem do Lajeado São José, constituiu Estação de Tratamento de Água e reservatórios” (WAGNER, 2005, p. 178).

Na década de 1970, observou-se que não havia preocupação com a preservação do espaço correspondente ao manancial de água para abastecimento público por parte da população, do poder público local e nem da empresa concessionária pelo abastecimento de água. Foi resolvido o problema de água potável destinada à distribuição da população chapecoense, sendo que o enfoque foi a industrialização e a urbanização nas proximidades, principalmente das agroindústrias. Os cursos de água, por exemplo, eram tidos apenas como receptores de efluentes das agroindústrias que levavam para longe os resíduos, fato este descrito no Plano Diretor de 1974. (FACCO, 2011, p. 91).

“O reflexo dessas alterações repercute consequentemente na qualidade da água, onde são registrados os maiores índices de poluição, consequência da contribuição urbana, residencial e industrial” (BALDISSERA; REIS, 2014, p. 8).

Foi na década de 1970 que a Sadia Avícola S/A se instalou em Chapecó-SC, na Bacia de captação de água para abastecimento público.

Indústrias que abatem aves (outras suínos e gado) necessitam de muita água em todo processo de produção, a possibilidade desse tipo de empresa se instalar próximo de um local cujo acesso à água é fácil, que não demanda recursos e infraestrutura para transporte e tratamento da mesma, é algo muito vantajoso e lucrativo, pois a economia que se faz é muito grande. (FACCO, 2011, p. 92).

No ano de 1978, foi implantado o primeiro Aterro de Chapecó, às margens do Lajeado Água Santa, afluente do Lajeado São José (curva da morte), aterro este que não possuía impermeabilização do solo, sendo que o local era caracterizado como banhado (conforme Dicionário da Língua Portuguesa, banhado é um brejo, charco, lavado, molhado, pântano, regado e umedecido) (FACCO, 2011). A área onde foi implantado o aterro era de propriedade particular. Por divergências ocorridas entre a Prefeitura Municipal e o proprietário da área, em 1980, o aterro foi desativado e o lixo do município passou a ser depositado no Parque das Palmeiras, às margens do Lajeado Passo dos Índios, (FACCO, 2011).

As décadas de 1960, 1970 e 1980 foram as de maior crescimento da mancha urbana de Chapecó. São deste período as maiores transformações ocorridas no espaço natural (BALDISSERA; REIS 2014). “As agroindústrias direcionaram o crescimento, localizando-se em sítios estratégicos, na proximidade dos mananciais”, (BALDISSERA; REIS 2014, p. 8).

Considerando a intensa utilização de água no sistema produtivo da industrialização, irrigação como suporte da produção agrícola e consumo humano devido à urbanização da sociedade, há que se reconhecer a limitação da oferta hídrica enquanto recurso renovável. Diante do uso predatório implementado pela sociedade e evidenciado nas situações de escassez e poluição que ameaçam o abastecimento tendem a ser o principal problema ambiental do século, (GONÇALVES, 2000, p. 45).

Ainda sobre a influência das agroindústrias no processo de urbanização e consequentemente de degradação dos recursos hídricos, Facco; Fujita; Berto (2014) escrevem que:

Percebe-se que a urbanização deu-se com maior ênfase para oeste e norte da cidade, durante todas as décadas, onde se localiza a bacia de captação de água para abastecimento público. Isso se deve, principalmente, à instalação de indústrias e também dos acessos de entrada e saída da cidade. Muitos loteamentos e bairros surgiram na bacia do Lajeado São José (...). Porém, associa-se ao fato, a omissão do poder público quanto ao enfrentamento das desigualdades sócio

espaciais pela ausência de políticas públicas voltadas à questão da moradia e da qualidade ambiental (FACCO, FUJITA, BERTO, 2014, p.211).

Atualmente, Chapecó apresenta uma ruptura drástica com seus cursos d'água, um desligamento construído ao longo de sua história. Com a grande parte dos córregos subtraídos da paisagem urbana, e com a retirada da vegetação que outrora protegia suas margens, os rios gradativamente foram perdendo sua função ecológica e sua identidade com a cidade, (BALDISSERA; REIS, 2014). Desse mesmo modo, Gonçalves afirma que “o Município de Chapecó (SC) se encontra numa situação preocupante com relação ao cumprimento das normas vigentes quanto ao uso do solo e, conseqüentemente, da água” (GONÇALVES, 2000, p.3).

Sobre as águas subterrâneas, Nicolai (2001) descreve:

A água subterrânea do oeste de Santa Catarina, particularmente de Chapecó, carece de maiores estudos e cuidados. O assunto não tem merecido até o momento, maiores atenções. A utilização da água não é completamente conhecida, o que deve estar acarretando desperdícios, e mau uso da mesma. Faz-se necessário um amplo esclarecimento à população sobre a problemática da água para o futuro, para que ela seja usada racionalmente, (NICOLAI, 2001, p83).

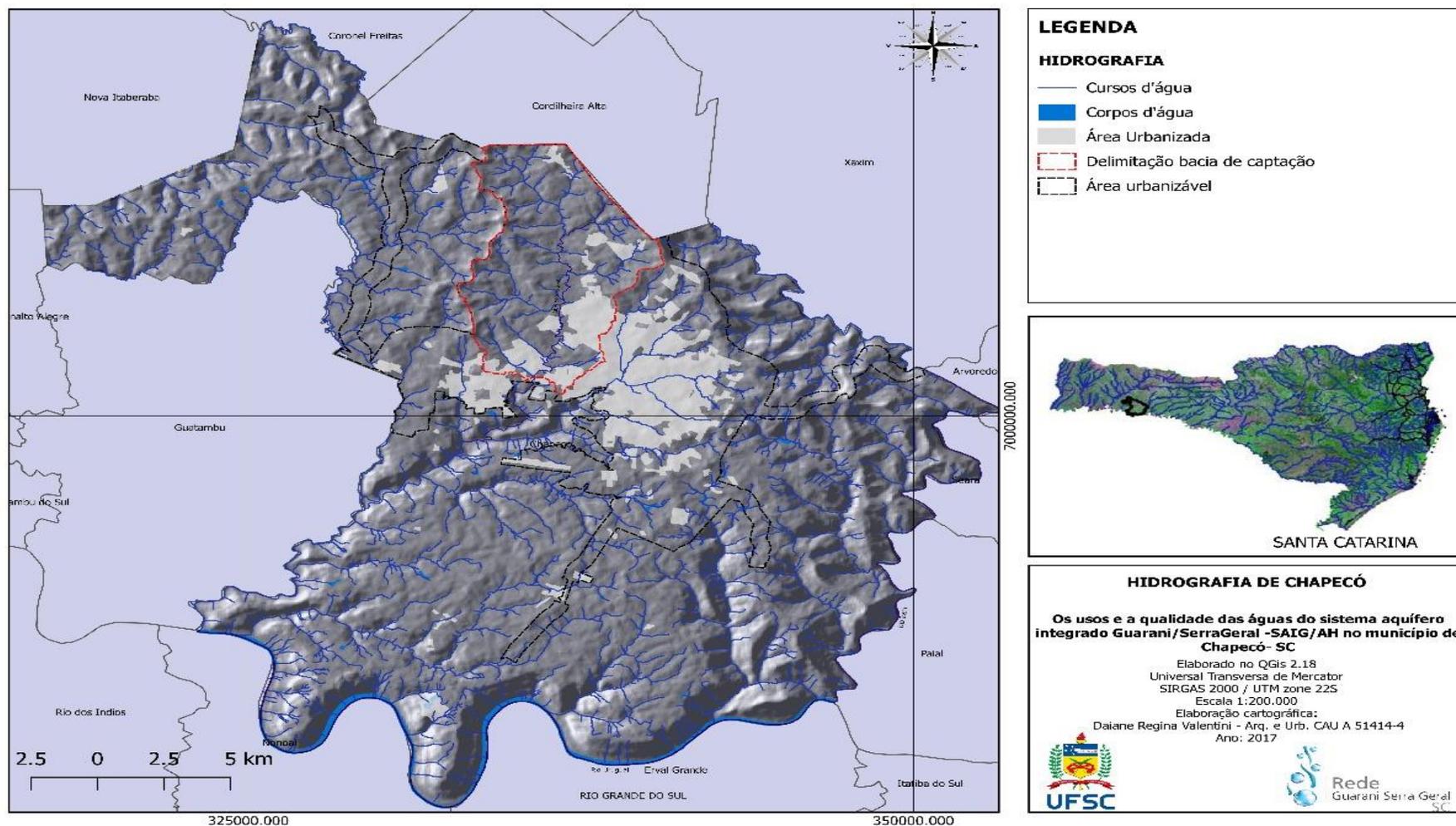
A leitura histórica da relação de Chapecó e seus cursos d'água mostrou o desligamento da população desses elementos da natureza, (BALDISSERA; REIS, 2014). Face às necessidades crescentes das últimas décadas, o número de perfurações de poços profundos para utilização de água subterrânea tem apresentado um considerável crescimento, notadamente em algumas regiões do estado (NICOLAI, 2001). Estes poços visam tanto suprir o abastecimento urbano industrial quanto ao meio rural. Além do aspecto necessidade, outros fatores têm contribuído para isso. Como se sabe, a utilização de águas subterrâneas normalmente “apresenta vantagens quando comparada à de água de superfícies, particularmente no que se refere aos custos de tratamento, prazos de execução e proteção dos mananciais” (NICOLAI, 2001, p. 14).

Na Figura 17 é possível a visualização do mapa do município de Chapecó - SC com seus rios, córregos e nascentes.

Pode-se observar que a micro bacia do Lajeado São José (no traçado vermelho), que é fonte de captação de água para abastecimento público desde a década de 1970, possui superfície com muitas áreas urbanizadas sem atendimento da rede de coleta e tratamento de esgotos, o que contribui para o comprometimento da

qualidade da água de abastecimento, bem como para o comprometimento da recarga de aquíferos gerado pela impermeabilização do solo. Destaca-se ainda a área correspondente às atividades não urbanizadas na bacia de captação, com baixo recobrimento vegetal, inclusive nas margens dos córregos, e com exploração de plantios que se utilizam de agrotóxicos e cuja rotação de culturas expõe o solo às ações diretas das intempéries, tornando-os cada vez mais comprometidos do ponto de vista de seu papel ambiental no ciclo da água. “Na visão economicocêntrica, os bens ambientais não são idealizados como recursos esgotáveis; pelo contrário, são reduzidos ao proveito econômico ilimitado”, DALLA CORTE (2013, p. 34).

Figura 17 - Município de Chapecó-SC e sua Hidrografia, com destaque para a sub-bacia do Lajeado São José (traço vermelho).



Fonte: Daiane Valentini (2017), a partir de Prefeitura Municipal de Chapecó.

Chapecó teve quatro Planos Diretores: o Plano de Desenvolvimento Urbano de 1974, Plano Diretor Físico-Territorial de 1990, Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de 2004 e o atual Plano Diretor de Chapecó, publicado em 26 de novembro de 2014 (Lei Complementar Nº 541/2014). Porém, a legislação ambiental e a legislação urbana tiveram, em sua evolução ao longo do tempo, avanços e retrocessos, que se refletiram, também em efetivos problemas de aplicabilidade, com a ausência de uma efetiva fiscalização pelos órgãos competentes. Neste contexto, um dos principais problemas passa a ser a desarticulação entre a gestão ambiental e a gestão urbana, (BALDISSERA; REIS, 2014).

O desenvolvimento urbano provoca aglomerados populacionais que geram impactos ambientais das mais diversas ordens, dentre eles, os relacionados com os recursos hídricos, (NICOLAI, 2014).

O impacto ambiental da ação antrópica de contaminação das bacias hidrográficas afetou águas superficiais e subterrâneas. Ocorreu tanto por vias diretas – poluição por despejo de efluentes doméstico, agroindustrial e industrial – quanto por vias indiretas – remoção de florestas ripárias, uso e ocupação inadequados do solo ao longo dos cursos d’água, ou poluição difusa, gerada, em grande parte, pelos deflúvios contaminados provenientes das áreas urbanas e áreas de agricultura. Esses impactos constituíram significativas fontes de degradação, ocasionando enchentes que permanecem a cada chuva mais intensas. (BALDISSERA; REIS, 2014, p. 9).

Sendo a água abundante no cenário regional, é compreensível que a população tenha desenvolvido, como traço cultural, uma tendência para o uso indiscriminado e inadequado desse recurso, sem valorizá-lo convenientemente e de acordo com a importância que efetivamente tem (BALDISSERA; REIS, 2014).

A indústria da construção civil chapecoense é de grande importância e participação socioeconômica, fazendo do planejamento urbano uma das principais necessidades ambientais do município, que já sofre com diversos impactos urbanísticos e ambientais: pressão crescente sobre os recursos hídricos disponíveis para abastecimento público, esgotos lançados nos cursos d’água, remoção de vegetação, ocupação de áreas de preservação permanente. “Hoje o desenvolvimento econômico e social da região depende fundamentalmente do recurso hídrico subterrâneo”, (FREITAS et al., 2003, p. 4).

O curso d’água é subtraído da paisagem urbana, perde-se a relação física e visual com qualquer corpo d’água na área urbana (BALDISSERA; REIS, 2014). Com a abstração dos córregos da

paisagem urbana, somado com a ausência de atividades e atrativos relacionados ao uso de suas Áreas de Preservação Permanente - APPs, o rio perdeu sua função ecológica e sua identidade com a cidade (BALDISSERA; REIS, 2014, p.19). Os relatos das autoras se confirmam na Figura 18 que mostra a situação de alguns córregos urbanos na cidade de Chapecó, mas que representam todo cenário local.

Figura 18 - Cursos d'água urbanos de Chapecó-SC



Fonte: Prefeitura Municipal de Chapecó – Secretaria de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente – SEDEMA, 2016

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia é um conjunto de processos harmoniosos, criados para guiar as divergências teóricas que venham a ocorrer durante a prática da pesquisa, além de auxiliar no crescimento do potencial do pesquisador. Conforme Michaelis (2000, v.2, p.1.368), “metodologia é a arte de guiar o espírito na investigação da verdade, instrumento utilizado para investigar uma realidade sob uma ótica escolhida para produzir conhecimento”.

5.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa se classifica como descritiva e exploratória, de abordagem quali-quantitativa, cujo método de análise escolhido foi o Geossistema, Território e Paisagem – GTP (BERTRAND, 2007).

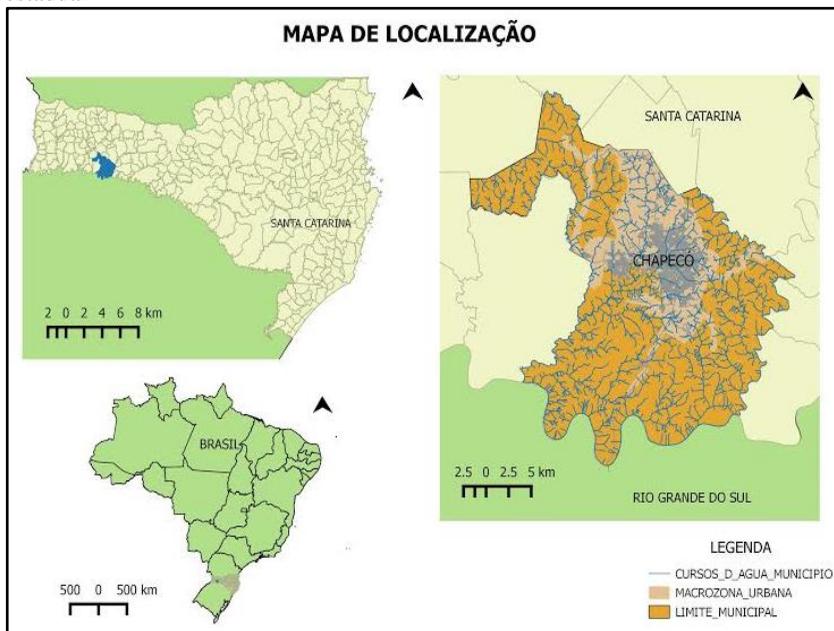
A pesquisa também se enquadra nas metas do Projeto Rede Guarani – Serra Geral.

5.2 ÁREA DE ESTUDO

Chapecó é o município mais populoso da Região Hidrográfica 2 e considerado a cidade polo do Oeste Catarinense, localiza-se na região sul do Brasil, no oeste do Estado de Santa Catarina, conforme mostra a Figura 2, e abriga uma população estimada de 213.279 habitantes, (IBGE, 2017). Com uma área de 625,40 Km², é um dos 60 municípios pertencentes às Bacias Hidrográficas dos Rios Chapecó, Irani e está inserido na grande Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, cujo trajeto estabelece a divisa de Santa Catarina com o Rio Grande do Sul.

Para caracterizar o território de um município, Colavite (2009) afirma ser necessário expor a conformação de seus aspectos físicos e humanos, para então traçar um paralelo e analisar relações existentes entre os elementos como um todo. Na Figura 19, a localização do município de Chapecó – área de estudo - no Estado de Santa Catarina e região sul do Brasil.

Figura 19 - Localização do município de Chapecó no contexto nacional e estadual



Fonte: Daiane Valentini, 2015

Através da Lei Complementar Nº 495, de 26 de janeiro de 2010, logo alterada pela Lei Complementar nº 523, de 17 de dezembro de 2010, o Governo de Santa Catarina criou a Região Metropolitana de Chapecó, contemplando o núcleo metropolitano, integrado a mais 16 municípios, com população estimada que ultrapassa os 450.000 habitantes (IBGE, 2010).

5.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.3.1 Levantamento de dados históricos dos usos das águas subterrâneas

Para efetivação dessa etapa, realizou-se uma busca em jornais antigos por notícias do município de Chapecó e região, (a partir de 1917, toda região Oeste de SC) correspondentes às ocorrências relacionadas a estiagens ou excesso de chuvas, o que facilitou o entendimento sobre a relação desse território com seus recursos hídricos.

5.3.2 Imagens dos rios antigos

No Centro de Memórias do Oeste – CEOM, em arquivos físicos e ou que foram digitalizados pela equipe e ao Sr. Vitorino Zolet, fotógrafo desde o final da década de 1950, buscou-se fotos dos rios, principalmente no urbano para fazer um comparativo com a realidade atual e perceber as modificações (ou não) ocorridas no processo histórico da construção da paisagem.

5.3.3 Notícias

Junto ao Centro de Memórias do Oeste – CEOM, em arquivos físicos de jornais antigos que foram as principais fontes, a partir de 1946 até 2009, buscou-se notícias relacionadas a estiagens, perdas na agricultura e na cidade, enchentes em decorrência de muita chuva. Os jornais pesquisados disponíveis e pesquisados foram *Vóz de Chapecó*, *Folha D'Oeste*, *Oestão*, *Correio do Sul*, *Diário da Manhã*, *Diário do Iguazú* e *Extremo Oeste*.

A partir de 2009 até o ano de 2017 (Julho), a busca ocorreu de forma online, com o mesmo objetivo, sendo as fontes: *Sincronet*, *Secretaria de Defesa Civil do Estado de Santa Catarina*, *UOL Notícias*, *Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina*, *TV Barriga Verde – Central de vídeos*, *Rádio Porto Feliz*, *Jaraguá AM*, *Clic RBS-TV*, *Diário Catarinense*, *Notícia*, *Fetaesc*, *Prefeitura Municipal de Chapecó*, *Redecom*, *Amosc* e *G1 Santa Catarina*.

5.3.4 Entrevistas

Foram realizadas entrevistas com os proprietários de empresas perfuradoras de poços da região, Sr. Edir Santo Damo, proprietário da primeira empresa perfuradora de poços de Chapecó, (A Conceição e Cia Ltda, depois, Hidro perfuradora Damo), desde o final da década de 1960 e Sr. Érico Tormen, empresário e proprietário da segunda perfuradora de poços de Chapecó, na década de 1980; o geólogo Mariano Smaniotto, responsável técnico e proprietário da perfuradora Leão Poços em Chapecó, desde a década de 1980; e o Sr. Angelo Comim, que operou com três sucessivos modelos de perfuratrizes, atuando em Chapecó e região desde o final da década de 1960. As entrevistas realizadas com objetivo de levantar os motivos para que a demanda pelos usos das águas subterrâneas ocorresse de maneira crescente durante o processo histórico até a atualidade, com a utilização das águas do Sistema

Aquífero Serra Geral e, recentemente, também do Sistema Aquífero Guarani.

5.3.5 Levantamento de dados atuais dos usos das águas subterrâneas

Foi feito inventário de poços tubulares profundos existentes no município de Chapecó através dos arquivos das empresas Cristal Poços e Leão Poços para levantar informações, como dados geológicos e hidrogeológicos, tais como tipo de rocha perfurada e suas características, nível estático dos poços, nível dinâmico e vazão dos poços. A partir disso, montou-se um banco de dados, que após os trabalhos de campo, coletas e análises das amostras de água permitiu fazer uma análise mais aprofundada.

5.3.6 Mapa do uso da terra

Com auxílio do programa de geoprocessamento Quantum Gis - QGis (Sistema de Informação Geográfica-SIG), Software Livre licenciado sob a GNU (“General Public License”) e imagem obtida através de voo aerofotogramétrico do ano de 2010, do território do município de Chapecó-SC, fornecida pelo Governo do Estado de SC, foi elaborado o mapa do uso da terra.

Esse mapa foi produzido a partir do arquivo *shapefile* do relatório técnico do mapeamento temático geral do estado de Santa Catarina, elaborado por GEOAMBIENTE (2008).

A partir do arquivo *shapefile* completo do estado foi realizado o geoprocesso de recorte para o limite municipal (CHAPECÓ, 2014). A partir disso foi realizada a classificação categorizada do banco de dados relativo à correlação entre os polígonos e 8 classes pré-estabelecidas encontradas na área de estudo (agricultura, pastagens e/ou campos naturais, área urbanizada, reflorestamento, floresta em estágio médio ou avançado, massas de água, solo exposto e área de mineração).

As áreas dos polígonos correspondentes a cada classe foram agrupada para análise e contabilizados os percentuais correspondentes a cada uma delas para a composição total da área de estudo.

5.3.6.1 Elaboração do mapa de localização dos poços

Primeiramente foi organizada a planilha com as coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) colhidas no campo, relativas à

localização dos poços estudados. Para cada poço foi criada uma chave numérica (ID). Essa chave foi atrelada a cada poço que faz parte do estudo, correlacionada à sua localização. Assim, foi criada uma camada formato *shapefile* (cujas feições foram configuradas para o formato ponto). Os pontos correspondentes a cada poço foram gerados a partir de texto delimitado (utilizando-se do reconhecimento da ordem e número de IDs, gerando um ponto para cada par de coordenadas UTM).

Logo após, foi realizada a complementação do banco de dados dos poços, através da sua união com a planilha de levantamento de campo. A chave numérica utilizada para a união foram os IDs.

Para a demonstrar o tipo de análise para cada poço, foi realizada uma classificação categorizada para 4 classes:

1. Geral, que corresponde às análises de 105 poços;
2. Geral + BTEX, correspondente às análises de 25 desses poços, no urbano;
3. Geral + glifosato, que corresponde às análises de 25 daqueles, no rural;
4. Geral+ BTEX + glifosato, correspondente às análises de 50 poços, dentre os 105 poços.

Para cada classe foi atribuída uma cor de representação, conforme legenda.

Para o entendimento da localização dos poços e sua associação à planilha de dados de campo e aos resultados das análises foram ativados no layout a numeração correspondente aos IDs de cada feição.

Para o entendimento da localização rural ou urbana de cada poço, os dados foram sobrepostos ao limite do município e à área urbanizável de Chapecó, conforme base cartográfica do Plano Diretor de Chapecó, 2014 (CHAPECÓ, 2014).

5.3.6.2 Mapa de atendimento da rede de coleta de esgoto de Chapecó

O mapeamento das áreas de abrangência das redes de coleta de esgoto foi realizado em ambiente SIG a partir da base cartográfica vetorial em formato **dwg*, fornecida pela Companhia Catarinense de Saneamento - CASAN. Tal arquivo continha as linhas da rede de coleta de esgotamento sanitário para o município de Chapecó atualizado até o ano de 2014, último ano em que ocorreram obras dessa natureza na cidade.

Para a delimitação das áreas de abrangência da rede foi realizado o processo de análise e simplificação das simbologias e demais elementos gráficos e textuais, separando o material vetorial essencial

para o trabalho. Após foi realizado procedimento de planificação dos dados que possuíam propriedades alimétricas. Em seguida foi realizado o georreferenciamento do material vetorial e a transformação do material para formato *dxf. O material em formato *dxf foi inserido na base cartográfica e compatibilizado ao sistema de referência utilizado no projeto. Assim, foi criada nova camada em formato *shapefile* intitulada "regiões de coleta de esgoto sanitário", com feições do tipo polígono. Seguiu-se o processo de vetorização através de reconhecimento visual (desenho manual dos polígonos) sobre as áreas atendidas pela rede de esgotos sanitários da CASAN, com elaboração de informações relativas à área e ao bairro de atendimento.

A essas áreas de atendimento da rede foram sobrepostos os poços estudados, a rede hidrográfica municipal e o sistema viário municipal que contribui para a localização e entendimento da cartografia (CHAPECÓ, 2014).

5.3.7 Aplicação de questionário

Com a finalidade de conhecer a percepção ambiental da população sobre origem da água que é consumida nas residências, destinação do esgotamento sanitário e sobre a importância dos rios na paisagem urbana foram aplicados 1000 (um mil) questionários (APÊNDICE 2), semiestruturado (com questões abertas e fechadas) no município de Chapecó no período de junho a agosto de 2017, contemplando os diversos bairros da zona urbana. Foram aplicados 400 questionários via plataforma digital, enviada através de redes de contatos, Universidades e Associações do município. Os 600 restantes, foram aplicados de forma impressa em Associações de catadores, empresas, clube de idosos, escolas de ensino médio e fundamental, espaços públicos (praça central e terminal de transporte urbano), viabilizando a participação de sujeitos potenciais sem acesso a responder o questionário por meio eletrônico, desta forma universalizando e diversificando a participação dos atores sociais.

5.3.8 Análise ambiental dos Planos Municipais

Feito análise minuciosa dos Planos municipais vigentes, a saber: Plano Diretor (Lei Complementar nº 541/2014), Plano de Saneamento Básico (Lei Ordinária nº 6.728) e Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (Lei nº 6.758/2015) do município de Chapecó, SC. Os dados foram tabulados em quadro síntese sendo delimitados por temas:

Recursos hídricos, resíduos sólidos, esgotamento sanitário, parcelamento do solo e impactos ambientais. O Objetivo é averiguar se há diálogo entre essas leis nas categorias ambientais citadas acima, bem como sua efetivação na prática.

Também se investigou a Lei Municipal nº 4.413/2002, que dispõe sobre a criação do Sistema de Informações Municipal de Águas Subterrâneas – SIMAS, para saber da efetivação na prática da mesma.

5.3.9 Mapeamento dos poços

Foi utilizado GPS (Sistema de Posicionamento Global) modelo Etrex Garmin para possibilitar o georreferenciamento de cada poço, através de suas coordenadas em UTM (Universal Transversa de Mercator), nas visitas de campo. O GPS é utilizado para registrar as coordenadas dos locais visitados, cujos dados foram adicionados posteriormente nas imagens de satélite. Sobre as geotecnologias destaca-se que:

Foram georreferenciados os 105 poços (100 no SASG e 5 no SAG) (com margem de erro de até 15 metros), conforme as três categorias pré-estabelecidas pela pesquisadora e parceiros: particulares, sociais e comunitários:

- Poço Comunitário – onde existe tubulação do poço ou de uma caixa de água até as residências;
- Poço Social – onde o poço localiza-se em terreno particular (ex: mercados, postos de combustíveis, residências), porém o proprietário disponibiliza acesso à água do poço para a população vizinha;
- Poço Particular – aqueles poços existentes nas propriedades particulares que abastecem unicamente aquele local.

a) *Crerios para definioão dos 100 poços no SASG e a localizaoão*

Após ter feito um cadastro dos poços através do levantamento nas empresas Cristal Poços e Leão Poços, arquivos da Cidasc, solicitações para autorizar a abertura de novos poços junto à FATMA - Fundação do Meio Ambiente (até novembro de 2014) e Prefeitura Municipal (que fornecia declaração de uso do solo para anexar junto com pedido de perfuração de novos poços a FATMA), com 2.000 poços, optou-se primeiro, pela espacialização homogênea dos mesmos, pelo território municipal, área da pesquisa. Partindo disso, a escolha se deu pelos

poços com maior número de informações possíveis nos cadastros (profundidade, endereço, vazão, estratigrafia do poço, entradas de água, nível estático e dinâmico da água), o que facilitaria as discussões dos resultados, sendo que 50 deles na área urbana, delimitada pelo Plano Diretor de Chapecó (CHAPECÓ, 2014) e 55 (50 poços do aquífero Serra Geral e 5 poços são do Aquífero Guarani) localizados na área rural.

Urbano:

Após a definição dos poços cadastrados, respeitando a espacialização no território, dos 50 poços urbanos, 25 poços foram direcionados a local com grande potencial para possível contaminação por derivados de petróleo, isto é, BTEXs (Hidrocarbonetos monocromáticos – benzeno, tolueno, etilbenzeno, o-xileno, m-xileno, p-xileno): mecânicas e postos de combustíveis além de todas as outras análises que se propõem.

Rural:

Da mesma forma, dos 55 poços definidos para o território rural do município de Chapecó-SC, em 25 deles, que se localizam em lavouras, foram feitas também, análises para glifosato.

b) Saídas de campo para coleta de amostras de água dos poços e procedimentos de campo

As saídas de campo ocorreram nos meses de outubro e novembro de 2016 e fevereiro/março e abril de 2017, totalizando 14 dias efetivos em campo.

As coletas em campo foram realizadas com ajuda de uma equipe da Leão Poços Artesianos LTDA, que disponibilizou veículo apropriado para transporte e armazenamento das amostras. As coletas das amostras foram feitas direto no cavalete dos poços, onde procedemos da seguinte forma: Abertura do cavalete com chaves apropriadas na boca do poço, acionamento do equipamento por 5 minutos para o procedimento de purga do sistema edutor buscando eliminar possíveis alterações na composição físico-química da água devido ao tipo de tubulação existente nos poços (tubos galvanizados, tubos de Pvc e tubos de Pead), após o procedimento fazia-se a coleta das amostras em frascos e vidrarias apropriadas.

c) Coleta e acondicionamento das amostras

Para cada coleta foram necessários 6 frascos para a amostragem completa: 2 de polipropileno de 250 ml, sendo um para coliformes e outro para a alcalinidade; 4 de polietileno de 1000 ml, sendo um para conservação com H_2SO_4 , outro com HNO_3 e mais dois onde não foi feita a acidificação. Após a coleta as amostras foram colocadas em caixas de isopor com gelo químico em gel e transportadas até os Laboratórios de análises de água da Epagri e Unochapecó no município de Chapecó, do Centro de Ciências Biológicas da UFSC em Florianópolis e do Laboratório de Solos da Unoesc em Campos Novos. Os métodos de amostragem e preservação das amostras seguiram os procedimentos descritos no Standard Methods (APHA, 1998) e pela CETESB (1988).

Para as coletas, seguiram-se os passos do Guia de padronização para coletas e obtenção de informações (disponível <https://rgsgsc.wordpress.com/2011/08/12/guia-de-padronizacao-para-coletas-e-obtencao-de-informacoes/> - *Guia para amostragem de águas subterrâneas e levantamento de informações existentes*), utilizadas pelo Projeto Rede Guarani/Serra Geral, seguidas pelos pesquisadores da Rede Guarani Serra Geral e também no Laboratório de Águas da Epagri (Chapecó), através de uma ficha de campo.

Além de seguir as instruções do guia citado e da ficha de campo, foi elaborada outra ficha contendo informações pertinentes ao entorno dos poços (CARASEK, 2014), observados nos campos, como distância de lavouras, fossas sépticas, lagoas, pocilgas, aviários, dentre outros. Isso para facilitar as discussões dos resultados, pois com isso, é possível indicar e conhecer um possível foco para determinado tipo de contaminação que possa ser detectada através das análises propostas.

d) Análise das amostras coletadas

Os parâmetros analisados foram: coliformes termotolerantes (*E. coli*) e coliformes totais, turbidez, condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), cor, temperatura da água, dureza, alcalinidade, cálcio, magnésio, sódio, potássio, sulfato, nitrato, cloreto, flúor, ferro, manganês, hidrocarbonetos derivados do petróleo (Benzeno, Tolueno, Etil-benzeno e Xilenos) comumente conhecidos como (BTEX) (em 25 amostras) e por fim analisamos o herbicida glifosato (em outras 25 amostras). A metodologia analítica adotada para análise das amostras é a descrita no Standard Methods (APHA, 1998). Padrões externos com rastreabilidade (NIST) foram utilizados para montagem das curvas de calibração.

Para os coliformes foram determinados por método de Substrato Cromogênico definido ONPG-MUG, com resultados confirmativos para presença de coliformes totais em 24 horas pelo desenvolvimento de coloração amarela e resultados positivos para *E.Coli*. Confirmativo em 24 horas pela observação de Fluorescência, sem necessidade de adição de outros reagentes para confirmação, método aprovado pelo EPA, aprovado e Registrado pelo Ministério da Saúde conforme Portaria 2914 de dezembro de 2011.

Para a quantificação de bactérias utilizou-se o método enzimático (Colilert) para contagem de até 2.419 número mais provável (NMP) /100mL.

Os parâmetros de CE (condutividade elétrica), pH e OD (oxigênio dissolvido) foram analisados com equipamentos de leitura direta, no próprio local de coleta das amostras, com medidor multiparâmetros (Hach) e turbidímetro portátil (Hach).

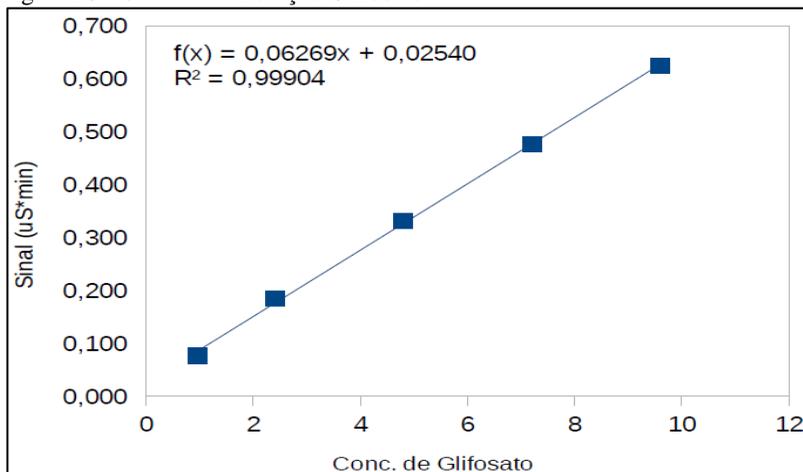
As análises dos metais K (Potássio) e Na (Sódio) realizamos através de fotometria de chama. Para os metais Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), Mn (Manganês) e Fe (Ferro) analisamos em Espectrofotômetro de Absorção Atômica pelo método de chama (AAS). O íon sulfato (SO_4^{2-}) realizou-se as análises através do método turbidimétrico, onde o íon é precipitado, em meio com ácido acético, com cloreto de bário (BaCl_2) na forma de cristais com tamanhos uniformes de sulfato de bário (BaSO_4). A absorção da suspensão de BaSO_4 é medida por um fotômetro e a concentração de SO_4^{2-} é determinada através da comparação com uma curva padrão. Para alcalinidade total realizamos as análises através do método de medida de teor de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos da amostra, expressa em termos de CaCO_3 . Para as análises do íon cloreto (Cl^-) através do método argentométrico, que se baseia na precipitação de cloreto quantitativamente como cloreto de prata pelo nitrato de prata, a partir de soluções neutras ou levemente alcalinas, sendo o ponto final indicado pela formação do cromato de prata de cor vermelha conforme processo de reação: (Reação de titulação: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl(s)}$ = precipitado branco) / (Reação do indicador: $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$ precipitado vermelho tijolo).

O composto nitrogenado NO_3^- determina-se através de espectrofotometria UV onde mediu-se a absorbância em 220nm. As análises físico-químicas basearam-se nos manuais do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

5.3.10 Glifosato

Para as análises de Glifosato foi utilizado o equipamento Cromatógrafo Iônico Dionex ICS-3000 com coluna Ion Pac AS19 (2x250mm) com pré-coluna AG19. Todas as amostras para a curva de calibração (Figura 19) foram filtradas em membrana 0,45 μ L. Para a injeção das amostras foi utilizado injetor automático loop de 25 μ L com tal vazão por minuto. A temperatura da coluna foi mantida em 30°C buscando evitar a degradação do glifosato. A curva de calibração (Figura 20) foi desenvolvida buscando ser o mais sensível possível para os limites de detecção e quantificação. Utilizamos uma solução estoque de 0,960mg/L⁻¹ com cinco concentrações (1,0; 2,4; 4,8; 7,2 e 9,6mg/L⁻¹). Os padrões foram injetados em triplicata. Nosso R² = 0,99904. Para o limite de detecção e quantificação obtivemos 0,500 e 1,700mg/l respectivamente.

Figura 20 - Curva de calibração Glifosato



Fonte: Laboratório do Departamento de Bioquímica – Centro de ciências Biológicas – UFSC, Dr. Carlos H. L. Soares (2017).

5.3.11 Derivados de Petróleo: Benzeno, Tolueno, Etil-benzeno e Xilenos - BTEX

Para as análises dos hidrocarbonetos (BTEX) Benzeno, Tolueno, Etil-benzeno e Xilenos realizamos as análises no equipamento (Cromatógrafo Gasoso com massas acoplado) da marca Agilent, modelo

CG/MS 5977A Série GC / MSD System através do método HS GC-MS/MS em água (Técnicos responsáveis Ms. Fábio L. Carasek e Dr. Jacir Dal Magro, Laboratório Tecnologia Ambiental - Unochapecó). A solução padrão foi preparada com 1.000µg/L, desenvolvemos a curva de calibração nas concentrações de 5, 10, 20, 30 40 e 50µg/L. Para os parâmetros gerais de análise a amostra foi incubada com temperatura inicial de 30°C por 5 minutos, dentro desta janela de tempo a amostra foi agitada com agitador automático em velocidade de 500rpm. Após as etapas de preparo a amostra foi injetada com velocidade de 50µL/s em uma janela de 10 segundos totalizando 500µl, em seguida a amostra foi submetida a análise com rampa de aquecimento partindo dos 35°C atingindo a máxima de até 240°C durante 23 minutos e 30 segundos buscando a presença dos BTEXs. Os softwares GC/MSD MassHunter Acquisition com MassHunter e análise de dados ChemStation foram utilizados para controle do instrumento e tratamento de dados.

5.3.12 Construção do mapa estratigráfico

A elaboração de mapa com seções estratigráficas no município de Chapecó – SC foi feita através dos perfis dos poços pesquisados e georreferenciados como produto final, além das análises da qualidade das águas.

No aplicativo *Google Earth Pro* foi realizado o corte de oeste a leste do município, passando pelo bairro Efapi, passando pelo centro e prolongando-se até as proximidades do rio Irani no limite leste do município. A partir disso foi aplicada a ferramenta de perfil do terreno, que evidencia a topografia local. A partir daí o corte foi exportado para o formato *.dxf.

Da mesma forma, os pontos relativos à localização dos poços estudados em formato shapefile foram transformados para formato *.dxf.

No software AutoCad 2016, o perfil topográfico foi alinhado à sua projeção em vista superior, bem como aos pontos referentes aos poços.

Foram selecionados os poços mais próximos da linha de perfil para serem representados. Considerando as altitudes, foram lançadas as profundidades de cada poço, considerando também as camadas descritas no banco de dados. Assim, foi possível estabelecer um perfil estratigráfico com as camadas: solo, basalto e arenito em diferentes profundidades.

5.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para análise dos dados foi considerado a proposta teórico-metodológica de análise Geossistema - Território - Paisagem – GTP, para análise dos resultados da qualidade da água subterrânea e sua classificação, recorreu-se ao programa **QualiGraf**, que é uma ferramenta para auxiliar na parte gráfica das análises mais usuais de qualidade de amostras d'água. Foi desenvolvido em 2001 como ferramenta de uso interno no Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, (FUNCEME, 2015).

O Diagrama de Piper foi utilizado para análise hidroquímica das águas, o Diagrama USSL (United States Salinity Laboratory) para classificação da água para irrigação (programa **QualiGraf**), (FUNCEME, 2015) e o método GOD (Groundwater hydraulic confinement), para classificar a vulnerabilidade do Sistema Aquífero Serra Geral.

5.4.1 Diagrama de Piper

O estudo de análises químicas pode ser facilitado através da utilização de gráficos e diagramas, principalmente quando se deseja fazer comparações entre várias amostras de água, de um mesmo ponto ou de diferentes pontos. Estas representações gráficas podem evidenciar possíveis relações entre íons de uma mesma amostra, ou ressaltar variações temporais ou espaciais existentes (FUNCEME, 2015).

Para representar a classificação das águas quanto ao domínio de cátions e ânions, aplicou-se o programa QualiGraf, que está disponível gratuitamente no site da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (<http://www3.funceme.br/qualigraf/>).

O Diagrama de Piper é empregado na classificação dos grupos de águas equivalente aos íons dominantes, que são obtidos através da compreensão da relação dos cátions principais Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , K^{+} e dos ânions principais HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} e combinando as informações dos dois triângulos em um losango situado entre os mesmos. O diagrama de Piper mostra informações químicas das águas de maneira que possibilita conhecer as proporções de cátions e ânions presentes nos diferentes tipos de água.

A representação gráfica pode evidenciar possíveis relações entre íons de uma mesma amostra, ou ressaltar variações temporais ou espaciais existentes (FUNCEME, 2015).

5.4.2 Diagrama de Classificação da água para irrigação USSS-United States Salinity Laboratory

Este método baseia-se na razão de adsorção de sódio (SAR) e na condutividade elétrica (CE) da água (FUNCEME, 2015). As categorias de água para irrigação segundo o USSS são:

C0: águas de salinidade fraquíssima, que podem ser utilizadas sem restrições para irrigação;

C1: águas de salinidade fraca, CE compreendida entre 100 e $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 64 a 160 mg/l). Podem ser utilizadas para irrigar a maioria das culturas, na maioria dos solos, com pequeno risco de incidentes provenientes da salinização do solo, exceto se a permeabilidade do solo for extremamente fraca;

C2: águas de salinidade média, CE entre 250 e 750 $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 160 a 480 mg/l). Devem ser usadas com precaução, podendo ser utilizadas em solos silto-arenosos, siltosos ou areno-argilosos quando houver uma lixiviação moderada do solo. Os vegetais de fraca tolerância salina podem ainda serem cultivados na maioria dos casos;

C3: águas de alta salinidade, CE entre 750 e 2.250 $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 480 a 1.440 mg/L). Só Podem ser utilizadas em solos bem drenados. Mesmo em solos bem cuidados, devem ser tomadas precauções especiais para evitar a salinização, e apenas os vegetais de alta tolerância salina devem ser cultivados;

C4: águas de salinidade muito alta, com CE entre 2250 e 5.000 $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 1.440 a 3.200 mg/L). Geralmente não servem para irrigação, podendo ser, excepcionalmente, utilizadas em solos arenosos permeáveis, bem cuidados e abundantemente irrigados. Apenas os vegetais de altíssima tolerância salina podem ser cultivados nestas condições;

C5: águas de salinidade extremamente alta, CE entre 5.000 e 20.000 $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C (sólidos dissolvidos: 3.200 a 12.800 mg/L). São águas utilizáveis apenas em solos excessivamente permeáveis e muito bem cuidados. A única exceção, o cultivo de palmeiras;

S1: águas fracamente sódicas. Podem ser utilizadas em quase todos os solos com fraco risco de formação de teores nocivos de sódio susceptível de troca. Se prestam ao cultivo de quase todos os vegetais;

S2: águas medianamente sódicas, apresentam perigo de sódio para solos de textura fina e forte capacidade de troca de cátions. Podem ser utilizados nos solos de textura grosseira ou ricos em matéria orgânica, com boa permeabilidade;

S3: águas altamente sódicas. Ha perigo de formação de teores nocivos de sódio na maioria dos solos, salvo os gipsíferos. Exigem tratamento especial do solo (boa drenagem, lixiviação e presença de matéria orgânica), e podem ser utilizadas em vegetais com alta tolerância ao sódio;

S4: águas extremamente sódicas, geralmente imprestáveis para a irrigação, salvo se a salinidade global for fraca, ou pelo menos média. Podem ser aplicadas em solos altamente drenáveis ricos em carbonatos.

Em relação às culturas e quanto ao grau de tolerância à salinidade da água, esse método assim classifica, (FUNCEME, 2015):

- **POUCO TOLERANTES:** laranja, limão, maçã, pera, amora, etc...
- **TOLERANTES:** uva, tomate, couve-flor, cebola, alfafa, trigo, arroz, girassol, azeitona, aveia, etc...
- **MUITO TOLERANTES:** aspargo, espinafre, algodão, cevada, etc...

5.4.3 GODS- Groundwater Hydraulic Confinement

O nome GODS é formado pelas iniciais, em inglês, da primeira letra de cada parâmetro. GODS (Groundwater hydraulic confinement – **G**; Overlaying strata – **O**; Depth to groundwater table – **D**; soil - **S**). Na língua portuguesa entende-se a sigla como:

G (Tipo de aquífero ou modo de confinamento) com valores numa escala de 0 a 1;

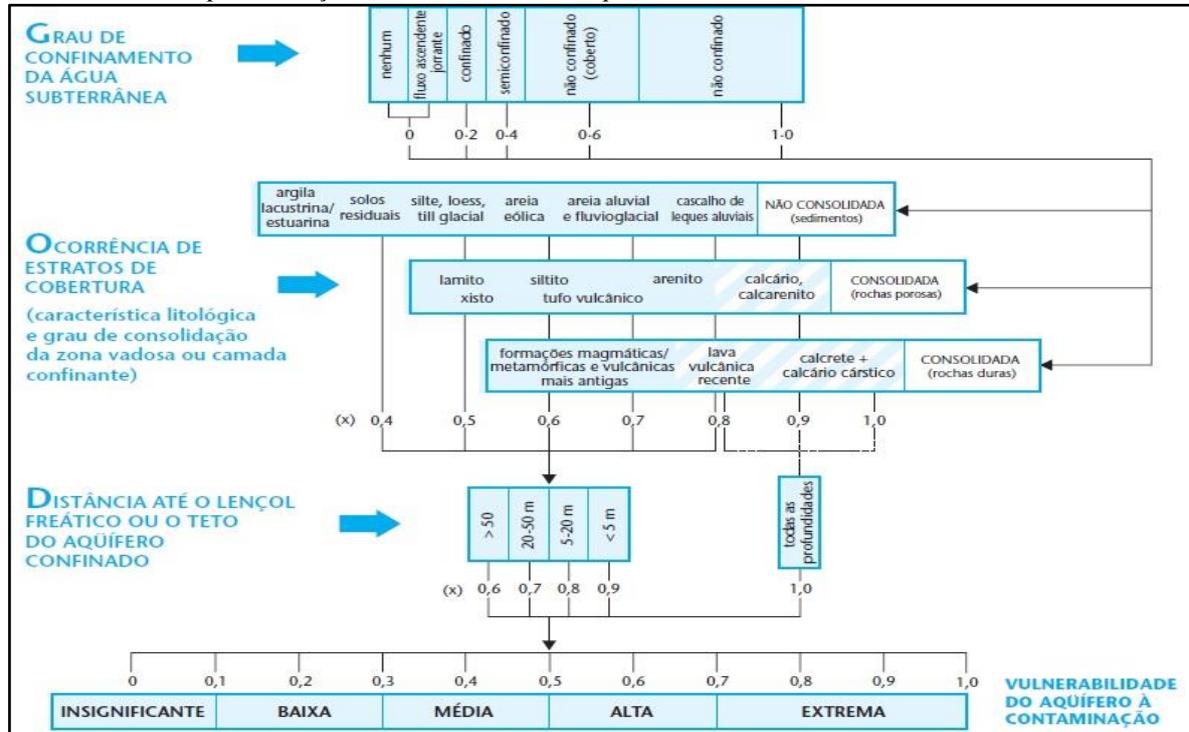
O (ocorrência de estratos geológicos e grau de consolidação da zona não saturada ou camadas confinadas) esse segundo ponto corresponde a escala de 0,3 a 1,0-;

D (profundidade do nível d'água subterrânea. É avaliada levando em consideração o grau de consolidação e as características litológicas e, como consequência, de forma indireta e relativa, a porosidade, a permeabilidade e o conteúdo ou a retenção específica da umidade da zona insaturada) numa escala correspondente aos valores entre 0,4 a 0,9. (FOSTER; HIRATA, 1987 adaptado por FOSTER *et al*, 2002; BÓS; THOMÉ, 2012).

S avalia os valores de índice do solo (tipos de solo) de acordo com sua textura, sendo solos mais argilosos com menores valores (menos vulneráveis) e solos arenosos mais vulneráveis.

A classificação do índice de vulnerabilidade (Figura 21) divide-se em três etapas associadas e consecutivas:

Figura 21 - Sistema GOD para avaliação da vulnerabilidade de aquíferos



Fonte: adaptado a partir de Foster / Hirata 1987.

Estes três parâmetros são multiplicados para obter uma avaliação da vulnerabilidade de 0 (insignificante) para 1 (extrema). A lógica na atribuição de índices a cada variável é o resultado de um estudo prévio pelo autor (FOSTER, 1987) em relação às características do tipo do aquífero, litologia da zona insaturada e profundidade das águas subterrâneas. Esses índices foram estabelecidos considerando a característica e a facilidade que permite um deslocamento mais rápido de qualquer contaminante para as águas subterrâneas, (CAVERO, 2013).

No caso do tipo de aquífero, que tem um menor índice de 0,2 - e, portanto, menos vulnerabilidade - é o tipo confinado ao aquífero não confinado que tem um índice de 1, o que é mais vulnerável. Enquanto a litologia da zona insaturada tem índice 0.4 quando se trata de argilas e 1 quando são rochas calcárias, (CAVERO, 2013).

O caso da profundidade do lençol freático, a água com mais de 50 metros de profundidade tem um índice de 0,6, enquanto a água com uma profundidade inferior a 1 metro possui índice 1. Multiplicar esses três índices resulta em um valor entre 0 e 1, zero vulnerabilidade e alta vulnerabilidade, (CAVERO, 2013), conforme ilustrado na Figura 21.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 HISTÓRICO DOS USOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ-SC

6.1.1 Eventos hidrológicos históricos e o presente dos rios e córregos na paisagem de Chapecó

A urbanização ou formação das cidades ocorre no mundo todo e no decorrer de diversas fases da história da humanidade, onde os elementos naturais formadores do espaço geográfico foram intensamente suplantados pela demarcação das construções humanas.

No entanto, a natureza original, mesmo a urbana, não pode ser excluída o tempo todo. Mesmo na condição de adormecimento, os componentes naturais da paisagem permanecem vivos nas cidades, independentemente de seu tamanho e ou função, mostrando sua força em determinadas situações, a exemplo de fortes chuvas.

Os rios representam e delimitam o processo de criação dos primeiros núcleos urbanos, pois há necessidade de fontes de água para consumo humano, dessedentação animal, além de diversas atividades econômicas e sociais desenvolvidas. Fato esse que torna imprescindível questionar a situação dos córregos (principalmente urbanos – por isso também são uma ocultação ou negação da própria paisagem) de Chapecó, que estão progressivas e continuamente sendo ocultados da paisagem. A Figura 22, dividida em duas colunas – “Os rios na paisagem urbana de Chapecó no passado” e “Os rios na paisagem urbana de Chapecó no presente” - mostra que é possível considerar que os cursos d’água existentes, diminuem na medida em que a cidade cresce.

O processo de expansão da urbanização gera gradual ampliação da impermeabilização do solo, fazendo com que a água da chuva não escoe de maneira correta ou infiltre no solo, ocasionando alagamentos, que se tornam mais graves nos locais com ocupações irregulares e terrenos com excesso de lixo.

Pouco se pode observar de projetos de recuperação natural dos rios e córregos urbanos: predomina o pensamento de que esses são adversidades ao desenvolvimento. Assim, na maioria das vezes, os gestores municipais apresentam como solução aos alagamentos a canalização dos córregos e rios urbanos. Há necessidade da realocação ajustada dos rios no contexto urbano, porém no cenário municipal de Chapecó o que se acompanha são os gestores municipais projetando a

“macro e micro drenagem urbana”. Nada mais é do que a canalização do maior número possível de córregos, e o abandono de alguns ainda existentes, que podem ser vistos na Figura 22, coluna “rios na paisagem urbana de Chapecó no presente”.

Diante desse cenário, uma possibilidade para comparar o passado e o presente na cidade de Chapecó quando se contextualiza os córregos urbanos, (Figura 22) foi utilizar fotos, das décadas de 1940, 1950, 1960 até 2017.

O primeiro ponto a ser destacado é que no passado bem como no presente são quase insignificantes as fotos encontradas que registram algum curso d’água, mesmo como cenário de fundo para alguma notícia ou registro. Talvez essa lacuna por parte das autoridades municipais e da população no decorrer dos anos possa justificar a percepção ambiental da população quando entrevistados sobre a importância dos rios no espaço urbano de Chapecó. Se, por um lado, o acesso aos recursos hídricos, fator de valia no quesito locacional para a instalação das agroindústrias, tem permitido a expansão produtiva e o crescimento econômico da cidade, por outro lado, a urbanização rápida e precária e seus impactos ambientais diretos e indiretos têm cobrado um alto preço, de modo a ameaçar inclusive a permanência do setor industrial na cidade pelo comprometimento da qualidade e quantidade de água para a produção. Relegar a resolução dos impactos, impasses e constrangimentos gerados por esse crescimento tão somente à iniciativa privada deixa um déficit cumulativo de problemas sociais e ambientais que vai se tornando cada vez mais complexo. Neste caso, reitera-se a importância do poder público e das políticas públicas em seu papel de mediador, proativo e promotor dos interesses coletivos, a fim de minimizar tais impactos (FACCO; ENGLER, 2017).

Sobre os rios no contexto pretérito do município, observa-se (Figura 22, fotos em preto e branco, coluna Os rios na paisagem urbana de Chapecó no passado), que as canalizações iniciaram na década de 1960.

Nas fotos de números 1, 2, 3 (1940) e 4 o rio Passo dos Índios, que corta a cidade no sentido leste oeste. Demonstrando a enchente do riacho que passa na atual Rua Benjamin Constant, o Calçadão (mesmo local mostrado nas fotos atuais (Os rios na paisagem urbana de Chapecó no presente), números 27 e 28), ocorrida na década de 1960.

A evolução histórica da cidade apresenta fragmentos dos elementos naturais na paisagem urbana; as fotos 5 e 6 são da década de 1960, onde a barragem vista era utilizada para geração de energia elétrica, ao lado o Parque de Exposições com a primeira Feira do

Comércio e agropecuária, a Efapi (1967). Hoje essa barragem é o ponto de captação de água para abastecimento público da cidade, formada pelas águas do Lajeado São José.

Na foto 7, a Frecooper, primeira cooperativa de grãos e insumos do município, com evidência de um curso d'água muito próximo (hoje, fotos 1 e 37); a foto 8, final da década de 1960, uma barca no rio Uruguai, no porto Goio-en, divisa com Rio Grande do Sul.

As fotos 9 e 10 mostram um panorama parcial da cidade, com desenho dos córregos que a cortam. Detalhe que em sua grande maioria, já canalizados (na década de 1970). Nas fotos 11 e 12, novamente enchentes no chamado “rio do canal” (na década de 1980), o rio Passo dos Índios, na Rua Benjamin Constant – hoje, o calçadão (fotos atuais 27 e 28).

As fotos 13, 14, 15 e 16 estampam vistas parciais do urbano de Chapecó de 1940 (16) até 1980 (14). Ainda era possível observar pouca impermeabilização dos espaços e alguma vegetação entre as construções, o que permitia a infiltração das águas das chuvas no solo e consequentemente, a recarga do SASG.

No que diz respeito à inserção dos cursos d'água na atual paisagem urbana na cidade de Chapecó-SC, são poucos, senão apenas vestígios e com edificações sobre eles. A Figura 22 traz, na coluna “os rios na paisagem urbana de Chapecó no presente”, onde a número 21 apresenta alagamento na Avenida São Pedro, bairro São Cristóvão, em 2015; as fotos 22 e 23 também se referem a outros pontos que alagaram na cidade no mesmo ano. Grande parte disso é consequência das canalizações que não foram dimensionadas para receber a ampliação das áreas de contribuição advindas de novos parcelamentos do solo. Além disso, destaca-se que parte dessas canalizações é obstruída por lixo e entulho depositados pela população.

No centro da cidade, local de frequentes alagamentos é no Ecoparque. Na foto 24 é possível observar o córrego que passa pelo local: como a demanda não consegue ser suprimida pela vazão da canalização, a água tende a acumular nos locais onde os córregos estão abertos, ocasionando os recorrentes alagamentos na região. Na foto 25 um panorama parcial da avenida Getúlio Vargas, centro da cidade, sentido norte/sul, densamente edificado e impermeabilizado.

A foto 26 mostra as proximidades de uma das nascentes do córrego Santa Maria, situado no bairro Esplanada, ainda com vegetação e a água com aspecto mais próximo da transparência; as fotos 27 e 28 mostram o atual calçadão, onde o rio Passo dos Índios está totalmente canalizado não fazendo mais parte da paisagem urbana; enquanto isso, a

foto 29 mostra caminhões pipa retirando água do rio Uruguai, no Distrito Goio-en, em 2012, reflexo da forte estiagem ocorrida, para tratamento e distribuição à população.

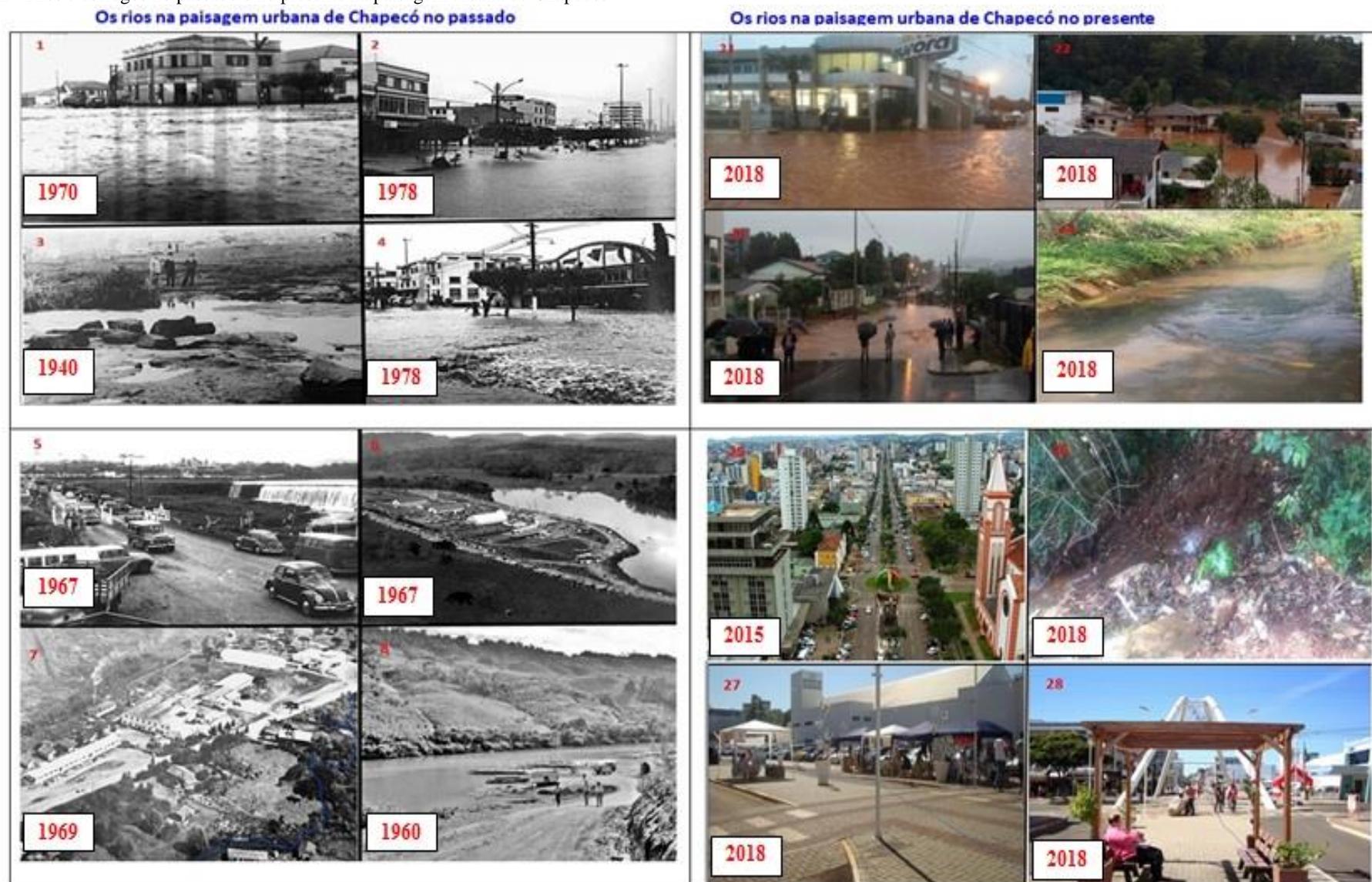
A foto 30, também no centro, parte do curso natural do rio Passo dos Índios; a foto 31 é a vista panorâmica parcial do centro da cidade, para perceber a impermeabilização do espaço, o que dificulta a infiltração das águas das chuvas no solo, o que, somando à canalização dos cursos d'água, resulta em alagamentos toda vez que ocorrem chuvas mais intensas; a foto 32 é outro córrego que corta a cidade, dessa vez, no loteamento Vila Zonta, assoreado, parte canalizado, aterrado e sem mata ciliar.

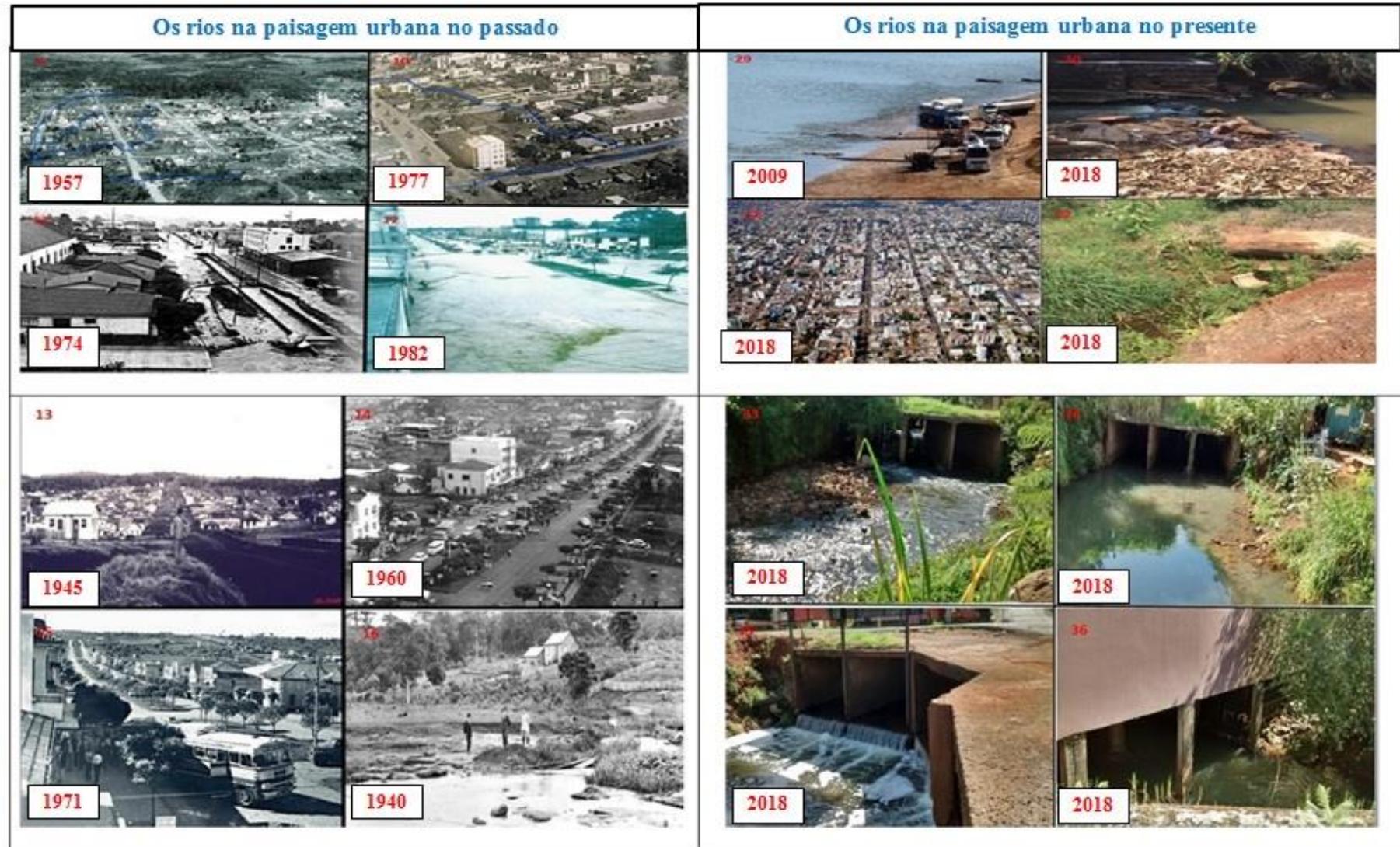
Já as fotos 33, 34, 35, 36 e 37 apresentam a união de dois ou mais córregos em pontos diferentes da cidade, ainda possíveis de serem vistos; particularidades podem ser percebidas na foto 34, uma residência construída de forma irregular no leito do córrego com despejo de lixo na sua lateral, ou na foto 36, um prédio que foi construído sobre o rio, certamente com a conivência das autoridades competentes. Na foto 37, os muros de contenção não substituem a mata ciliar, mas servem de “proteção” para as residências do entorno, detalhe para os rejeitos jogados na encosta do córrego.

A foto 38 identifica outro curso d'água no bairro Saic com espuma e coloração turva, assoreamento das margens, enquanto na foto 39 visualiza-se o córrego que corta o bairro Esplanada com um aterramento e despejo de rejeitos de construção, o que está visivelmente dificultando a passagem da água. Na foto 40 nota-se um muro no leito direito do rio, que é a delimitação do terreno de uma empresa, isso, no centro da cidade.

A foto 42 é um curso d'água no bairro São Cristóvão; a foto 43 apresenta o córrego no bairro São Pedro, em outra extremidade da cidade e na foto 44 os resquícios do córrego no loteamento Pinheirinho, totalmente assoreado, recebendo esgotamento sanitário, tonalidade da água laranja. Importante relatar que esse córrego localiza-se num espaço que era conhecido até recentemente como a “rua dos açudes”, justamente porque era uma chácara que possuía diversos açudes (pesca esportiva). Há cerca de cinco anos, com a implantação de novos loteamentos, os açudes foram aterrados, o córrego foi canalizado em sua grande extensão e as construções não respeitaram nem a nova faixa de Área de Preservação Permanente – APP do canal.

Figura 22 - Rios e córregos no passado e no presente na paisagem urbana de Chapecó.







Fonte: Imagens no passado, CEOM, 2016; imagens atuais, da autora.

6.1.2 Relação da população com as águas urbanas e alguns eventos climáticos

Foram aplicados 1.000 (mil) questionários, onde as pessoas foram entrevistadas sobre a temática rios urbanos, água e esgotamento sanitário; dessas, 35% afirmam que há um curso d'água próximo de suas residências, e caracterizam os mesmos como sendo “sujo, poluído, feio e malcheiroso” (20%); “sujo, razoável” para 2%; “bom e limpo” para 2% e “canalizado” para 11%. Interessante ainda que, desses 35%, um percentual de 1,3% admitem despejar o esgoto diretamente no rio. Infelizmente, a falta de fiscalização e de educação ambiental consolidou essa prática na cidade de Chapecó.

Ao ser questionado sobre conhecer ou não algum curso d'água ou trecho canalizado na cidade, 38% afirma conhecer algum, sendo que o mais citado foi o “caçadão”, que é o rio Passo dos Índios, na Rua Benjamin Constant, no centro; 62% dos entrevistados dizem não saber da existência de canalização de rios na cidade. Também foi indagado se concorda ou não com a canalização de rios na cidade: 34% respondem que sim, 30% não concordam e 36% não sabem por que desconhecem o assunto - alguns afirmam que nunca chegaram a pensar nisso. Diante disso, foi explicitado que apontassem benefícios da canalização de rios na cidade: para 14% não há nenhum benefício em canalizar; 27% responderam que é uma questão de limpeza urbana (esgoto e lixo) para assim evitar a proliferação de insetos e roedores; 30% acreditam que a canalização evita alagamentos, 17% não souberam responder; 3% dizem que a canalização serve para esconder a sujeira dos cidadãos e para 9% isso serve para aumentar a área a ser construída, para aumentar a cidade. Enfatiza-se que muitos entrevistados, na ocasião, fizeram questão de dizer que “os rios estão poluídos mesmo, por isso, tem que canalizar”!

Quando há chuvas intensas, é comum ocorrerem alagamentos onde os rios estão canalizados. Sobre esse assunto, foi questionado sobre a causa dos alagamentos. Para 34%, devido ao excesso de lixo e entulhos jogados nas águas e encostas; 1% não sabe; 2% acreditam que falta limpeza e manutenção nas tubulações; para 43% não há escoamento suficiente, pois falta planejamento, são canalizações mal feitas, sem melhorias e falta de estruturas; 7% acreditam que é porque a água das chuvas não tem como infiltrar no solo e para 13% isso ocorre por causa das canalizações, justamente.

Quanto aos pontos negativos de canalizar os rios, 14% responderam que acaba com as APP's (vegetação), outros 13% emitem

opinião de que a canalização gera falta de oxigenação na água e isso diminui a vida no rio; 4% não souberam responder; 12% muda o percurso natural do rio; 11% dizem que não têm pontos negativos a canalização; para 19% escondem a poluição e 27% dos entrevistados acreditam que é impacto ambiental, o rio torna-se morto, descaracteriza o ambiente. Nesse sentido, 67% dos entrevistados acreditam ser possível despoluir os rios urbanos, 26% não sabem e 7% dizem que não. Estas visões acentuam a falta de trato com as questões ambientais, a exemplo dos córregos que estão deixando de fazer parte do desenho da cidade, através das canalizações, aterro de banhados, assim como uma carência de parques onde a população possa desfrutar de momentos de lazer e para prática de esportes com a família (FACCO; ENGLER, 2017).

O grande atraso na efetiva materialização de uma gestão integrada, participativa e coerente dos recursos hídricos (planos de bacia, cadastros, outorga, etc.) no Oeste Catarinense, onde Chapecó se insere; a grande desproporção de responsabilidades e apoios (no que se refere à gestão da água) entre produtores nas áreas rurais, e as grandes empresas no urbano; a existência de políticas, projetos e ações desarticuladas, aliada à necessidade de pensar no solo e nas águas superficiais, subterrâneas e nas infraestruturas hídricas requerem atenção imediata dos tomadores de decisões (FREITAS, 2015). Sobre a temática ambiental, especialmente a demanda por recursos hídricos, ressalta-se que, embora emitidas há uma década e meia, continuam válidas as observações de FREITAS et al., (2003):

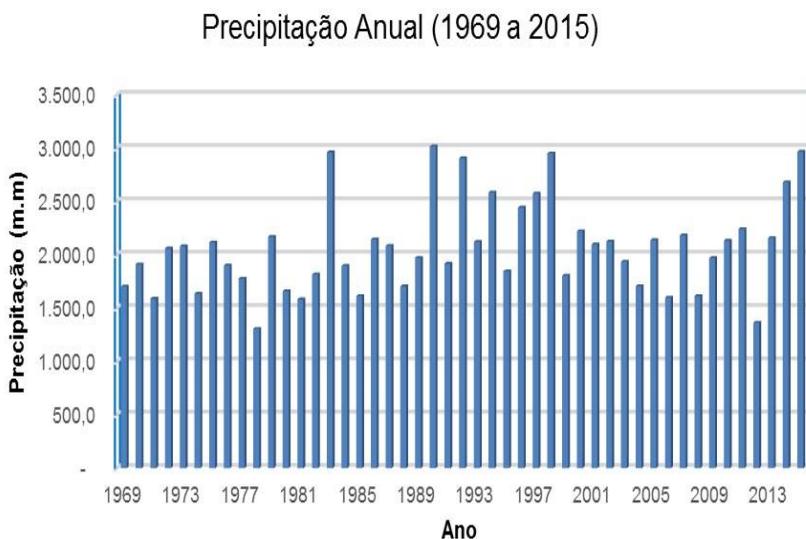
Tais problemas refletiram diretamente na quantidade e principalmente na qualidade das águas superficiais da região. A demanda de água por sua vez aumentou e a água subterrânea passou a ser a alternativa, acarretando um grande crescimento no número de perfurações de poços tubulares. A diminuição na disponibilidade dos recursos hídricos superficiais levou os grandes consumidores individuais, que muitas vezes não podem ficar um dia sequer sem grandes volumes de água, a buscarem nos recursos hídricos subterrâneos a solução para seus problemas de abastecimento. Desta maneira, as águas subterrâneas passaram a assumir o papel alternativo às águas poluídas dos rios e açudes, gerando um crescente corrida pela perfuração de poços tubulares na região, (FREITAS et al., 2003, p. 4).

Outro fator a ser considerado são as estiagens que atingem toda região Oeste Catarinense em diversos períodos. É possível analisar as médias das precipitações anuais no município de Chapecó desde ano de 1969 (implantação do monitoramento meteorológico da Epagri em Chapecó) até o ano de 2016. Fica perceptível que os anos com grandes

períodos de estiagens correspondem aos com médias de chuvas anuais mais baixas, casos dos anos de 1977, 1978, 2005, 2006 e 2012, quando a crise hídrica foi intensa no município.

Comparando os índices pluviométricos (Figura 23) com as manchetes das notícias da Tabela 3, compreende-se a correlação existente entre os anos com menos precipitações anuais, caso de 1977 e 1978, em que as preocupações giram em torno da falta de água para a população urbana e uma grande preocupação com a falta de água no rural, para dessedentação animal e para as culturas. Assim como no ano de 2006, o Governador do Estado se desloca a Chapecó (conforme manchete Tabela 3), para se reunir com prefeitos de todo Oeste devido à estiagem. No ano de 2012, o município de Chapecó recebe ajuda do Governo Federal (Tabela 3) para combater as estiagens e se acentua a perfuração de poços, como fonte alternativa e barata para ter acesso à água nas propriedades rurais e urbanas. Nesse ano de 2012, as perdas econômicas foram elevadas em todo sul do Brasil, mas não se falou nas perdas ambientais ocasionadas pela falta de água.

Figura 23 - Precipitações anuais de Chapecó (1969- 2015)



Fonte: Autora a partir de dados da Epagri Chapecó.

A Tabela 3 apresenta 92 manchetes de jornais de 1946 até 2017, relacionadas a algum fenômeno ou evento climático ocorrido no

município de Chapecó nesse período: são 17 manchetes relacionadas a enchentes, principalmente ocorridas na década de 1980; 43 das manchetes se relacionam a falta de saneamento e água, isso desde o ano de 1966, constata-se que era preocupação no urbano do município; 3 notícias relacionam-se com intensas geadas que ocasionaram grandes perdas na agricultura; 36 manchetes dizem respeito as fortes estiagens que ocorreram em Chapecó (bem como em todo Oeste Catarinense), que ocasionaram perdas grandes na agricultura, principalmente. Também teve uma manchete relacionada aos estragos ocasionados por uma forte chuva de granizo que destruiu as plantações do município.

Observa-se que das 92 notícias selecionadas, 36 relacionam-se com as estiagens e 43 delas com a falta de saneamento e de água potável para a população, talvez isso justifique a grande escalada na perfuração de poços no município desde o final da década de 1960.

Tabela 2 - Manchetes de jornais entre os anos de 1946 até 2017

Jornal	Data	Notícia	Fenômeno
A Vóz de Chapecó	07/07/1946	Enchente do Uruguai	Enchente
A Vóz de Chapecó	07/11/1948	Enchente do Uruguai	Enchente
A Vóz de Chapecó	16/01/1949	Chuvas	Enchente
A Vóz de Chapecó	09/01/1949	Calor intenso	Estiagem
A Vóz de Chapecó	18/06-1950	A enchente do Rio Uruguai	Enchente
A Vóz de Chapecó	03/08/1962	Três enchentes consecutivas no Rio Uruguai no espaço de um mês	Enchente
Fôlha D'Oeste	20/01/1966	Água e esgoto para Chapecó	Saneamento e água
Fôlha D'Oeste	29/01/1966	Intensas chuvas inundaram Chapecó	Enchente
Fôlha D'Oeste	06/04/1966	Prefeito de Chapecó: custará 600 milhões, mas teremos água	Água
Fôlha D'Oeste	30/04/1966	Prejuízos rurais	Enchente
Fôlha D'Oeste	09/07/1966	Obras de saneamento iniciadas em Chapecó	Saneamento
Fôlha D'Oeste	10/08/1966	Neve e enchente na região	Enchente
Fôlha D'Oeste	12/10/1966	Geadas arrasam lavouras afetando abastecimento	Geadas
Fôlha D'Oeste	02/12/1967	Safra de feijão praticamente perdida	Enchente
Fôlha D'Oeste	15/01/1967	Intensas chuvas causam enchentes na região	Enchente
Fôlha D'Oeste	21/01/1967	50 mil chapecoenses com água abundante	Água

Fôlha D'Oeste	02/03/1968	Governador não vem ao Oeste por falta de chuva	Estiagem
Fôlha D'Oeste	11/01/1969	Constantes chuvas ocorridas preocupam produtores rurais	Enchente
Fôlha D'Oeste	14/06/1969	Mau tempo impediu visita do Governador	Enchente
Fôlha D'Oeste	26/06/1971	Vendaval atinge interior de Chapecó	Vento / fortes chuvas
Fôlha D'Oeste	14/08/1971	Vendaval causa prejuízos na madrugada de sexta (em Chapecó)	Enchente
Fôlha D'Oeste	27/11/1971	Os prejuízos da estiagem	Estiagem
Correio do Sul	13/08/1977	Casan: água a partir de setembro (população Chapecó)	Água
Correio do Sul	10/09/1977	Chapecó já conta com água tratada em abundância	Água
Correio do Sul	15/10/1977	Não faltará água em Chapecó no verão	Água
Correio do Sul	05/11/1977	Povo (de Chapecó) bebe água ruim	Água
Oestão	19/04/1978	Alerta aos agricultores	Estiagem
Oestão	26/04/1978	Agricultores de Chapecó já perderam 112 milhões por falta de chuvas: o medo da seca, o que acontecerá?	Estiagem
Oestão	17/05/1978	Abaixo de chuva o Governo veio analisar a seca	Estiagem
Oestão	31/05/1978	Seca: greve do colono	Estiagem
Oestão	07/06/1978	Paganella: ameniza o medo da seca	Estiagem

		trazendo dinheiro	
Oestão	21/06/1978	Seca: a triste situação do Oeste	Estiagem
Oestão	19/07/1978	Devastação das matas preocupa autoridades	Estiagem
Oestão	20/01/1979	Oeste em alerta ante a possibilidade de uma nova estiagem	Estiagem
Oestão	27/01/1979	A seca e a peste suína africana fizeram sumir do mercado o porco	Estiagem
Oestão	27/01/1979	Safras de 1979 ameaçadas pela estiagem	Estiagem
Oestão	10/02/1979	Seca prejudica o plantio de feijão	Estiagem
Oestão	10/02/1979	A ecologia está sendo alterada. Desmatamentos e poluição, em “nome do progresso”	Estiagem
Oestão	17/03/1979	Estado de emergência nos 16 municípios da AMOSC	Estiagem
Oestão	07/04/1979	Ambiente rural está sendo poluído: no Distrito de Guatambu a madeireira e a fábrica de papel estão poluindo	Água
Oestão	12/05/1979	Chuva intensa provoca alagamentos e invade casas	Enchente
Oestão	25/05/1979	Deslizamento de terra no estádio Índio Condá	Enchente
Extremo Oeste	25/05/1979	Botucatu: a esperança de acabar com	Água

		o sofrimento de uma cidade!	
Extremo Oeste	22/06/1979	Estados sulinos querem aplicar 20bilhões para prevenir secas	Estiagem
Correio do Sul	12 à 18/09/1979	Programa de açudagem	Água
Diário da Manhã	25/10/1979	Problema de água em Chapecó é sério	Água
Diário da Manhã	17 e 18/11/1979	Moradores do Bairro Saic desesperados pela falta de água	Água
Diário da Manhã	03/01/1980	Poluição química invade poços no bairro Palmital	Água
Diário da Manhã	10/01/1980	Fracasso total na safra de feijão em 1979	Enchente / geadas
Diário da Manhã	14/02/1980	Poços e caixas d'água causam problemas de saúde pública (em Chapecó)	Água
Diário da Manhã	07/03/1980	Falta de água (em Chapecó)	Água
Diário da Manhã	18/04/1980	Secretário do Meio Ambiente vai designar funcionários para fiscalizar os riachos do Município 9em Chapecó)	Água
Diário da Manhã	02/07/1980	Apoio para o programa de açudes e poços na região Oeste Catarinense	Água
Diário da Manhã	08/07/1980	Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina	Temporal
Diário da Manhã	29/07/1980	Temporal sobre Chapecó causou grandes prejuízos	Água

Diário da Manhã	19/08/1980	Prominas Brasil S/A entrega perfuratriz à Secretaria dos Negócios do Oeste	Água
Diário da Manhã	03/09/1980	Granizo: 90% das hortaliças foram destruídas	Granizo
Diário da Manhã	24/09/1980	Agricultura catarinense com elevados prejuízos	Geadas
O Jornal Catarinense	12/10/1980	Oeste terá 4 mil açudes e 670 poços para ampliar criação de aves e suínos	Água
O Jornal Catarinense	26/10/1980	Inundação: um problema do bairro Antena a cada enchurrada [sic]	Enchente
Diário da Manhã	31/10/1980	Chuvas assustaram moradores do Bairro Passo dos Fortes	Enchente
Diário da Manhã	11/11/1980	Reunião técnica para a implantação de programa de poços	Água
Diário da Manhã	06 e 07/12/1980	Chapecó: chuva prejudica safra de feijão	Água
Diário da Manhã	07/06/1989	Bairro Santa Maria pede socorro	Saneamento e água
Diário da Manhã	08/06/1989	Desmatamento sem controle	Desmatamento
Diário da Manhã	18 e 19/08/1990	Animais mortos contaminam o Lajeado São José	Água
Diário da Manhã	10 e 11/11/1990	Absurdo da Casan: chove e falta água	Água
Diário da Manhã	25/01/1991	Um bilhão é o prejuízo do Oeste	Estiagem
Diário da Manhã	09/07/1991	Casan continua castigando a cidade	Água
Diário do Iguazu	24/12/1992	Engenheiro da Casan garante que água	Água

		distribuída em Chapecó não está contaminada	
Sincronet (online)	13/01/2006	Estiagem: Governador Luiz Henrique participou em Chapecó, da reunião com prefeitos do oeste do estado	Estiagem
A Secretaria de Defesa Civil do Estado de SC (site)	08/04/2009	Estiagem deixa 21 municípios em estado de emergência em SC	Estiagem
UOL Notícias (online)	14/04/2009	Chapecó (SC) distribui água em escolas para evitar suspensão de aulas; seca atinge 31 municípios catarinenses	Água / Estiagem
Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina (online)	2009	Falta de água em Chapecó repercute no Legislativo	Água / Estiagem
Central de Vídeos da TVBV (online)	28/12/2011	Chapecó - Dez cidades em situação de emergência devido a estiagem	Água / Estiagem
Jaraguá AM (online)	30/12/2011	Chapecó é a 26ª cidade a decretar situação de emergência por causa da estiagem no Oeste de SC	Estiagem
Rádio Porto Feliz (online)	16/01/2012	Pacote de Combate à estiagem em SC é anunciado em Chapecó Governo Federal liberou R\$ 10 milhões.	Estiagem
Unisinos (online)	07/01/2012	Perdas na agricultura chegam a 80% por conta da estiagem no sul do Brasil	Estiagem

A Secretaria de Defesa Civil do Estado de SC (site)	2013	As estiagens estão entre os fenômenos que causam desastres naturais	Estiagem
Rádio Porto Feliz (online)	08-02-2013	Municípios atingidos pela estiagem serão beneficiados com perfuração de poços artesianos	Água / Estiagem
A Secretaria de Defesa Civil do Estado de SC (site)	2013	Os projetos de captação da água subterrânea através de poços tubulares visam atender a demanda de água de boa qualidade nos municípios catarinenses, com o objetivo de abastecimento humano e animal	Água / Estiagem
Clic-RBS-TV	2013	Liberação de R\$ 10 milhões do Governo Federal, que devem ser aplicados na perfuração de 333 poços artesianos nas comunidades rurais dos municípios atingidos pela estiagem,	Água / Estiagem
Diário Catarinense (online)	11/11/2013	Reservas de água subterrânea estão sob risco de poluição no Oeste catarinense	Água
Fetaesc (online)	13/02/2014	Defesa Civil decretou emergência em 13 cidades devido à estiagem em SC	Água / Estiagem
Prefeitura de Chapecó (online)	20/08/2014	Prefeitura de Chapecó inaugura rede de água na Linha Palmeira	Água
Noticia (online)	28/11/2014	Prefeituras catarinenses recebem equipamentos para minimizar efeitos da	Água / Estiagem

		estiagem	
Prefeitura de Chapecó (online)	05/03/2015	Perfuração de Poços Profundos no interior de Chapecó chega na fase final	Água
Diário Catarinense (online)	04/06/2015	Falta de operadores emperra uso de comboios para poços artesanais em SC	Água
Prefeitura de Chapecó (online)	22/06/2015	Prefeitura de Chapecó beneficia cerca de 200 famílias com rede de água no interior	Água
Redecom (online)	30/07/2015	Cidema recebe kit para perfuração de poços	Água
Amosc	30/07/2015	CHAPECÓ - Equipamentos para perfuração de poços artesanais minimizarão efeitos da estiagem no oeste	Água/Estiagem
Clic RBS	27/07/2017	Depois de três anos, apenas 47 poços perfurados no Oeste de SC: Poço perfurado há mais de um ano no interior ainda está sem rede para levar água aos moradores.	Água/Estiagem
G1 Santa Catarina	27/07/2017	No Oeste catarinense, poços artesanais são construídos, mas ficam sem ligação de água	Água/Estiagem

Fonte: Elaborado pela autora.

6.1.3 Primeiras explorações de águas subterrâneas em Chapecó

A criação do Município de Chapecó, em 25 de agosto de 1917, representou para a região oeste: a) a definição da região como parte integrante do contexto catarinense - nova unidade político-administrativa; b) a necessidade urgente de uma ação de colonização para a região por parte das autoridades constituídas em nível local e estadual; c) a transferência da colonização para a iniciativa particular. Assim, a colonização da região inicia-se com as primeiras manifestações no sentido de a região receber ações e empreendimentos das Companhias de Colonização, através da venda e/ou doações de terras por parte do governo (IBGE, 2015).

Assim, a partir de 1918, com a chegada das companhias colonizadoras, teve início o processo migratório de populações vindas principalmente do Rio Grande do Sul. Dentre as Companhias de Colonização que atuaram na região do Município de Chapecó, a partir de sua criação, destaca-se a Empresa Colonizadora fundada em 1918 por Ernesto Francisco Bertaso e os irmãos Passos Maia que se instalou no antigo povoado de Passo dos Índios (atual cidade de Chapecó) com um escritório (IBGE, 2015). O Oeste Catarinense foi ocupado de maneira peculiar em relação ao restante do estado, fato esse que influencia até hoje nos acontecimentos desta parte de Santa Catarina.

Já na década de 1950, Chapecó assumia o papel de polo regional, (RECH, 2008) tornando-se referência para os municípios vizinhos. “As regiões resultam do movimento histórico de formação do território e das paisagens” (SAQUET, 2009, p. 23).

O Sr. Érico Tormen (2015), que nasceu em Chapecó no ano de 1949, faz o seguinte relato: “nasci na beira do Lajeado São José, e nos sábados de tarde quando sobrava tempo, quando a gente não ia trabalhar - porque geralmente trabalhava até no domingo -, ia tomar banho no rio, tinha uns poços, bem fundo de 2, 3 metros, hoje estão tudo soterrado, cheio de terra. A água era limpa, se enxergava os peixes. Mas na época a gente trabalhava na roça, aí criava porcos, alguns engordava com lavagem. Lembro que na época a própria Epagri incentivava a gente a fazer o chiqueiro em cima da sanga, pra poder, o que sobrava cair em cima da água, ir para o rio e alimentar os peixes. Então a gente tinha uma orientação nesse sentido e daí, depois foi mudando de lá para cá, mas tudo que a gente podia fazer em cima da sanga era feito, até a patente, na verdade, não tinha água para tomar banho. A gente tomava banho na bica, na mangueira. Até 1970 a gente tomava água na bica, só depois a gente fez um chuveiro num balde com uma torneira embaixo,

esquentava a chaleira de água no fogão a lenha, quando era dia de muito frio, colocava essa água dentro do chuveiro, puxava ele para cima com uma corda, amarrava numa argola, abria a torneira e tomava banho, tinha uns 15 a 20 litros de água para tomar banho” (TORMEN, p.1, 2015).

Edir Damo, empresário, proprietário da primeira empresa a perfurar poços em Chapecó e região, chegou aqui na década de 1960, e conforme ele “fomos os pioneiros aqui, inclusive atendíamos muito o RS, e o PR também, tínhamos 8 máquinas de perfuração e o serviço era bastante. O nosso sistema de perfuração era a percussão, aquele de bater” (DAMO, p.1, 2015).

Ainda segundo Damo (2015), na época levava-se de 10 a 15 ou 20 dias para perfurar um poço, dependendo do andamento e se a máquina não quebrava. Até o final da década de 1960, foram perfurados muitos poços na cidade, principalmente em prédios e construções novas, porém, “depois disso, no interior de Chapecó, já tinha muitos aviários e suinocultura e a falta de água nesses locais fez com que a gente perfurasse muitos poços para abastecimento aos animais”, (DAMO, p.1, 2015). Ou segundo Freitas et al., p.4, (2003) “com a criação do complexo agroindustrial houve melhorias no bem-estar dos agricultores e seus familiares, especialmente no que diz respeito à criação de oportunidades de trabalho principalmente na indústria e na agricultura”.

O depoimento do Sr. Ângelo Comin, que operou três tipos de máquinas de perfurar poços, desde a década de 1960, também relata que as primeiras perfurações eram no perímetro urbano: “... isso porque em 1965 até 1977 mais ou menos não tinha a Casan aqui, então a própria prefeitura distribuía um pouco de água na área central, mas não se imaginava que a cidade fosse crescer tão rápido. Aí, até que a Casan veio, fez todas as instalações, cada um tinha que se virar para ter água. A princípio furamos poços para a própria Casan dar conta de abastecer a cidade. Olha, já no final de 1960 e 1970, se largava todo esgoto dentro da água dos riosinhos que tinham na cidade, ninguém ligava pra isso. Quando a Sadia veio para Chapecó também na década de 1970, furamos dois poços para eles, usaram até que era suficiente a água daqueles poços e só depois, quando a produção aumentou muito é que começaram a dividir a água com a Casan da Barragem (do Lajeado São José), já no rural, foi a mesma coisa, produziam frangos e suínos e precisavam de muita água, mas não tinha mais nos riosinhos e nascentes das propriedades, ainda mais quando dava 20 a 30 dias de sol, até secavam. Olha, desde que me lembro sempre existiu estiagens aqui.” (COMIN, p.1, 2015).

Na década de 1960, não havia necessidade, nem obrigatoriedade de ter um geólogo para orientar as perfurações, conforme Damo (2015): “Não, isso veio mais tarde, principalmente depois que fizemos o cadastro para perfurar poços para a Casan, aí sim era necessário o geólogo porque exigiam um responsável técnico. Antes disso fazíamos no olhômetro. Se era no meio rural era uma coisa, no urbano outra. Na cidade, onde pediam para perfurar nos terrenos, não tinha opção, era lá mesmo, se olhava e dizia “é aqui”, até porque na cidade a tendência não é ter muita água mesmo. No rural, por exemplo, o cara tem uma colônia, se observava as baixadas, onde podiam estar as fraturas, então furava ali e acertava muito, mas no rural tem mais opções. Eu nunca garantia água, então, no caso de perfurar e dar poço seco não tinha problemas com pagamento. Tinha fila de espera de gente que queria poço. Atendíamos o RS, oeste de SC e o Paraná também.” (DAMO, p.2, 2015).

6.1.4 Aumento da demanda pelo uso das águas subterrâneas

Nas décadas de 1970 e 1980 ocorre a consolidação das agroindústrias no processo de estruturação e transformações no Oeste Catarinense, principalmente devido ao seu poder de atração de população migrante, resultando em um acelerado processo de urbanização (FACCO, 2011).

Smaniotto (2015) explica a relação dos criadores e das agroindústrias com o uso de água: “trabalhei na Sadia, antes de começar o abate, antes de ir pra universidade, em 1973, no almoxarifado, então o que acontecia na época? - qualquer água servia. Aí depois começou-se a ver que dava muitas doenças na agroindústria, em aves, bovinos e suínos, chegou-se à conclusão que se melhorassem a qualidade da água na produção, isso seria eliminado. Aí começou-se a colocar água de qualidade, mas para colocar água de qualidade você fazia um tratamento ou se fazia um poço. Era muito mais fácil fazer um poço do que fazer um tratamento de água. Depois, em função disso é que surgiu a proteção de fonte ⁴. Depois, em função disso é que surgiu a proteção de fonte. Hoje ainda tem muitos produtores que têm esse tipo de proteção de fonte, que não precisa colocar produtos na água.

⁴ O próprio Geólogo Mariano Smaniotto foi o criador e responsável pela implantação do sistema de proteção conhecido como “Fonte Caxambu”, hoje divulgado pela Epagri em todo o estado de Santa Catarina.

E tem mais, na época o frango demorava 65 dias para dar 1,5 kg, hoje com 35 dias ele pesa 2,5 kg, então ele não tem resistência nenhuma. Qual a resistência que ele tem sobre qualquer coisa? Tudo isso tem que ser levado em conta. Hoje se você der uma água para um suíno ou para um frango e até para uma vaca de leite, aquela água que você dava antigamente, tu não vai criar nem a ave, nem o porco e nem tomar o leite da vaca. E essa qualidade da água também é exigência do controle sanitário e no segundo ciclo, na industrialização. É um conjunto de coisas que vêm surgindo e o pessoal não se dá conta disso. ” (SMANIOTTO, p.5, 2015).

Nesse contexto, “a água precisa ser pensada enquanto inscrição da sociedade na natureza, com todas as contradições implicadas no processo de apropriação da natureza pelos homens e mulheres por meio das relações sociais e de poder” (PORTO-GONÇALVES, 2004, p.152). Ainda para este autor, “o ciclo da água não é externo à sociedade ele a contém com todas as suas contradições” (idem).

No que se refere ao setor primário, a agricultura e criação de animais como matéria-prima para as agroindústrias permanecem, apenas com acréscimo da atividade leiteira em pleno crescimento no município, o que demanda cada vez mais usos dos recursos naturais, como a água (FACCO, 2011).

Nicolai (2001), diz que a água como um bem econômico no território das Regiões Hidrográficas do Oeste Catarinense, é um recurso finito e vulnerável, essencial para a sustentação da vida, requer uma gestão efetiva através de ações integradas e participativas que protejam os ecossistemas naturais, e ao mesmo tempo propiciem o desenvolvimento social e econômico. No Oeste, até a década de 1970, a demanda por água foi atendida por poços escavados, em profundidade média de 12 metros. Porém, com o crescimento da cidade aumentou também a quantidade de poços profundos (FACCO, 2011).

Antes da vinda da concessionária de água para as cidades do Oeste Catarinense, as décadas de 1960 até metade de 1970, “cada um tinha que se virar, além desses poços profundos aproveitava-se muito os poços perfurados pelas próprias pessoas, os rasos ao lado das casas. Mas o problema também era o esgoto, no mesmo terreno a casa, o poço e a fossa”, (DAMO, 2015, p.2). “Os poços profundos perfurados nessas décadas, eram por necessidade de ter mais água. Ninguém falava em despoluir a água dos rios, isso não existia”. Ainda sobre o abastecimento de água para as famílias e comércio na área urbana, Smaniotto (2015) afirma que cada um resolvia o seu problema. “Na verdade, o grande problema que eu vejo hoje, não só de Chapecó, mas do Brasil, é que

antes de virem as concessionárias tinha solução individual, cada um fazia um poço, uma cacimba, o grande problema é que depois que veio a concessionária, essa cacimba ou poço virou fossa. Sempre digo que se toda vez que se puxa a descarga e a fossa não enche, pra algum lugar (a água e os dejetos) estão indo”.

“As pessoas não sabem pra onde está indo, como, onde e quando vai chegar, mas um dia vai chegar. Porque se o cidadão saiu daqui para chegar em Porto Alegre a pé, cavalo, carro, de qualquer outro jeito, mas ele vai chegar lá. E hoje continuamos sem coleta e tratamento de esgoto, porque, onde não tem, vai pra onde?” (SMANIOTTO, p.4, 2015).

O mesmo entrevistado, geólogo Mariano Smaniotto, um dos primeiros a atuarem no oeste catarinense, descreve sua função, quando contratado pela antiga Secretaria de Negócios do Oeste para comandar o PROGAP – Programa de Poços e Açudes, na década de 1980: “A minha história em Chapecó, como geólogo, começou na Secretaria de Negócios do Oeste. Em 1978, foi criado aqui pela Secretaria e pela antiga Sudesul, o PROGAP – Programa de Poços e Açudes, para ajudar a resolver o problema da seca. Em 1983, quando me formei, voltei para Chapecó, a Secretaria de Negócios do Oeste estava procurando um geólogo para contratar para ajudar a tocar o Programa. Porque nessa época o Osmar Tomazelli tocava o programa de açudes e não tinha ninguém que tocava o programa de poços. O Progap foi um programa para fazer açudes que serviam de reservatórios de água no interior e fazer poços para abastecer as comunidades que não possuíam água. As comunidades tinham muita dificuldade de ter água potável. Esse Programa surgiu devido às estiagens, então começou o incentivo para criação de peixes, aí surgiu o frigorífico de peixes e uma série de coisas. Esse Programa foi em função das estiagens”, (SMANIOTTO, p.3, 2015).

Sobre cada vez maior ser a demanda por água com qualidade e em quantidade no Oeste Catarinense, (SMANIOTTO, 2015), diz que era para dessedentação humana e animal. Foi uma época em que começaram a surgir muitos aviários, muita criação de suínos e a produção leiteira, então a demanda por água era muito maior e em função disso se faziam muitos poços para comunidades do interior, tanto que isso era praticamente de graça. O valor pago não cobria os custos.

Ainda para Smaniotto: “O que temos que entender é o seguinte: quando veio a colonização pra cá, para o oeste de SC, sempre digo, veio uma junta de bois para lavrar, um cavalo para ir ao moinho, duas vacas para tirar leite, uma porca para dar cria para dar porco e fazer salame, uma meia dúzia de galinhas pra poder ter ovos e poder ter o que comer e

se tomava banho uma vez por semana, 500 litros de água por dia era até demais, não gastavam isso. Tomar banho se tomava no sábado, quando não era frio, certo? Não se tomava banho e não se tinha esse consumo como atualmente, então essa mesma família que gastava 500 litros de água por dia, construiu um aviário, passou a gastar 15.000 litros de água por dia, pelo modelo econômico e produtivo que se implantou, só que a água é a mesma. Não houve um aumento no volume de água, ela continua a mesma, claro que da época que eles vieram para cá, antes em qualquer rio se tomava água, hoje não. Então tem que fazer essa conta também. Como houve uma demanda muito grande de desenvolvimento, tanto é que teve muitas comunidades que eu fui para fazer poço e aconselhei, porque a gente ia à prefeitura, a prefeitura indicava a comunidade, íamos à comunidade, fazia o estudo, então, chegava lá e questionava: vai trazer energia da onde, quem vai pagar a energia, quem vai cuidar a manutenção, aí perguntava, porque não vamos proteger as fontes?” (SMANIOTTO, p. 3, 2015). Sobre as águas subterrâneas, do oeste de Santa Catarina, Nicolai (2001) enfatiza que carecem de maiores estudos e cuidados. A utilização da água não é completamente conhecida, o que deve estar acarretando desperdícios, e mau uso da mesma. Faz-se necessário um amplo esclarecimento à população sobre a problemática da água para o futuro, para que ela seja usada racionalmente. (NICOLAI, 2001, p. 83).

Segundo Smaniotto, (2015), no final da década de 1970, início de 1980, existia uma relação da empresa perfuradora de poços com a concessionária, “até chegamos a perfurar poços para a Casan. Muito diferente de hoje. Hoje não é uma briga de controle de água, é uma briga de controle pela reserva de mercado” (SMANIOTTO, p.5, 2015).

Sendo a chuva abundante no cenário regional, é compreensível que a população tenha desenvolvido, como traço cultural, uma tendência para o uso indiscriminado e inadequado da água, sem valorizá-lo convenientemente e de acordo com a importância que efetivamente tem.

A indústria da construção civil oestina é de grande importância socioeconômica, fazendo do planejamento urbano uma das principais necessidades do meio ambiente, que já sofre com diversos impactos urbanísticos e ambientais: pressão crescente sobre os recursos hídricos disponíveis para abastecimento público, esgotos lançados nos cursos d'água, remoção de vegetação, ocupação de áreas de preservação permanente. “Um poço de um edifício é uma empresa. É uma construtora que está fazendo ou vendendo um benefício para um número “x” de pessoas, então 95% são empresas, condomínios, não é individual,

é coletiva a perfuração de poços, principalmente no urbano de Chapecó”. (SMANIOTTO, p. 7, 2015).

O Governo incentivou a abertura de poços nas Regiões Hidrográficas do Oeste Catarinense, desde a década de 1960, quando as famílias tinham que providenciar uma fonte de água potável para sua família e/ou estabelecimento comercial, assim como no meio rural.

A partir da década de 1970, mesmo com a vinda da concessionária de água tratada, a Casan, para a região, houve programas propostos pelo Governo do Estado, através da Secretaria de Negócios do Oeste para agricultores perfurarem poços e fazerem açudes. “Inclusive esse Programa, o PROGAP – Programa de Poços e Açudes foi um programa para fazer açudes que serviam de reservatórios de água no interior e fazer poços para abastecer as comunidades que não possuíam água” (SMANIOTTO, p. 3, 2015).

Depois disso, a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, foi o órgão do Governo do Estado responsável pela abertura de poços em todo Oeste Catarinense, o que durou até o ano de 2006. No ano de 2015, o Governo do Estado repassou ao Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Econômico, Social e Meio Ambiente (CIDEMA), com sede em Chapecó, um conjunto de caminhão, moto bombas e perfuratriz para perfuração de novos poços. O termo de cooperação do programa estadual de perfuração de poços artesianos, captação, armazenamento e uso de água na agricultura de Santa Catarina com a Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca tem como objetivo agilizar o processo de perfuração de poços na região, além de baratear o processo, conforme reportagem que diz: “agora quem vai decidir a demanda e a necessidade dessas obras são as prefeituras que irão trabalhar em parceria com a Cidema (Consórcio Intermunicipal de Municípios)”, explica o prefeito de São Carlos e presidente da Cidema, Cleomar Kuhn. ... “O investimento para aquisição dos 3 conjuntos de equipamentos⁵ foi do Governo Federal, por meio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2), com contrapartida do Governo do Estado. Ao todo os equipamentos custaram mais de R\$ 5 milhões. ... A prioridade para a perfuração dos poços é a área rural”. “Hoje é preciso investir no interior para incentivar o jovem a ficar no campo, e sem água, realmente fica difícil” afirma o prefeito de Chapecó, José Caramori (2015).

⁵ Outros conjuntos estão dedicados à perfuração de poços em outras regiões do estado.

“Todos os poços serão perfurados em terrenos públicos. A concessão dos equipamentos é de dois anos podendo ser renovada para mais dois”.

Isso significa dizer que em todo processo histórico de exploração das águas subterrâneas no Oeste Catarinense, o Governo incentivou essa alternativa de acesso à água potável, seja para consumo humano, dessedentação animal ou com finalidades econômicas, geralmente sem muitas preocupações relacionadas a sua preservação, nem de recuperação dos mananciais superficiais.

Atualmente, o Parque Industrial do Município, baseado historicamente na agroindústria, encontra-se em amplo processo de diversificação. Tendo-se instalado para suprir a demanda dos frigoríficos locais e regionais, as indústrias do ramo metal-mecânico crescem e se modernizam, produzindo equipamentos para os mercados nacional e internacional (FACCO, 2011). Estão também presentes os ramos de plásticos e embalagens, transportes, móveis, bebidas, biotecnologia na industrialização de carnes, software, confecções e outros (IBGE, 2011). No que se refere ao setor primário, a agricultura e criação de animais como matéria-prima para as agroindústrias permanecem, apenas com acréscimo da atividade leiteira em pleno crescimento no município, o que demanda cada vez mais usos dos recursos naturais, como a água (FACCO, 2011).

A leitura histórica da relação de Chapecó com seus cursos d'água mostrou o desligamento da população desses elementos da natureza, conforme Baldissera; Reis (2014). Face às necessidades crescentes, o número de perfurações de poços profundos para utilização de água subterrânea tem apresentado um considerável crescimento, notadamente em algumas regiões do estado. Estes poços visam tanto suprir o abastecimento urbano industrial quanto ao meio rural. Além do aspecto necessidade, outros fatores têm contribuído para isso. Como se sabe, a utilização de águas subterrâneas normalmente “apresenta vantagens quando comparada à de água de superfícies, particularmente no que se refere aos custos de tratamento, prazos de execução e proteção dos mananciais” (NICOLAI, 2001, p. 14). Os mananciais superficiais da região oeste do estado sofrem constantemente com a degradação da qualidade dos recursos hídricos (BOTTIN et al.; 2007; BONAI et al. 2009; DAL PISSOL; SOUZA FRANCO, 2003); neste contexto, a crescente procura por água de boa qualidade torna-se uma prioridade para suprir a necessidade da população, indústrias e atividades agrícolas, aumentando ainda mais a perspectiva da exploração de águas subterrâneas (CARASEK, 2014).

Chapecó teve quatro Planos Diretores: o Plano de Desenvolvimento Urbano de 1974, Plano Diretor Físico-Territorial de 1990, Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de 2004 e o atual Plano Diretor de Chapecó, publicado em 26 de novembro de 2014 (Lei Complementar Nº 541/2014). Porém, a legislação ambiental e a legislação urbana tiveram, em sua evolução ao longo do tempo, avanços e retrocessos, que se refletiram, também em contínuos problemas de aplicabilidade, com a ausência de uma efetiva fiscalização pelos órgãos competentes.

6.2 A RELAÇÃO DO USO DA TERRA COM A APROPRIAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

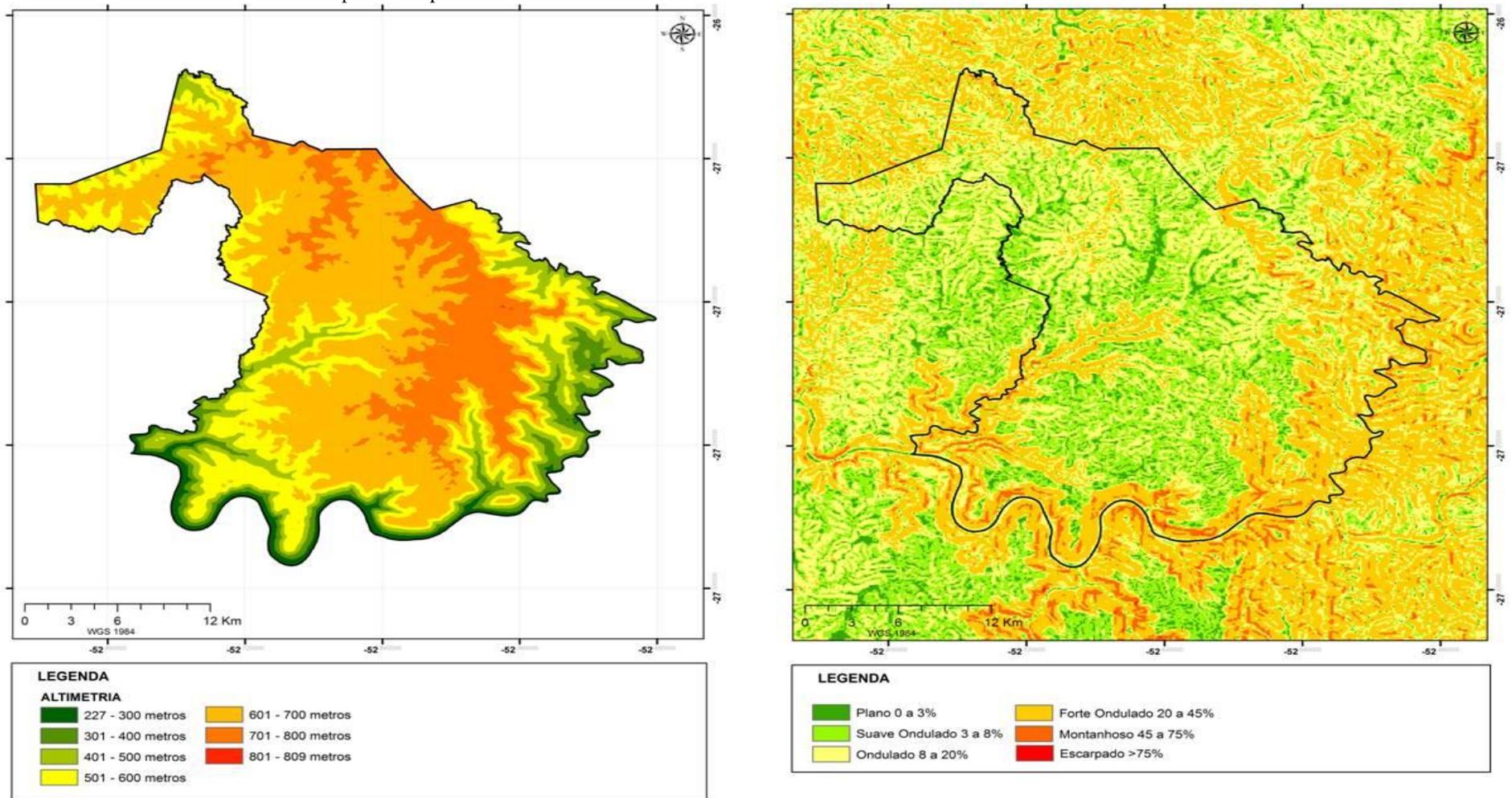
A Figura 24 apresenta as altitudes em relação ao nível do mar e também as declividades no município de Chapecó, fatores importantes e definidores, muitas vezes, na compreensão da relação existente entre o uso da terra e a apropriação da água subterrânea nesse território. Há duas importantes características que distinguem as águas subterrâneas das superficiais: a distribuição espacial e a qualidade. A distribuição de águas superficiais é função das condições climáticas e da capacidade de infiltração no solo, enquanto que águas subterrâneas, em especial dos aquíferos, têm na sua qualidade uma resultante de processos naturais de filtração ou de tampão físico-químico do solo, (FREITAS, 2005).

Observa-se que as altitudes menores (de 227 até 500 metros – tons verdes no mapa altimétrico), que estão nas delimitações do município com os rios Irani (a leste), Uruguai (a sul) e mais a oeste, o rio Passo dos Índios, que corta o urbano, coincidem com uma topografia caracterizada como “terreno ondulado” (declividade entre 8 a 20%) e forte ondulado (20 a 45%), representados pelas tonalidades em amarelo no mapa de declividades. Aqui, a capacidade de infiltração deve ser vista como “processo integrador das características intrínsecas do solo, modificadas por sistemas de uso e de manejo”, (FREITAS, 2005, p.2).

Quanto menos declivoso o terreno, menor a velocidade de escoamento da água da chuva e maior é a formação de lâminas de água necessárias à infiltração no solo e recarga dos aquíferos. Outros fatores são relevantes para a infiltração, como a cobertura do solo e os usos da terra. Freitas (2005, p.1), afirma que os “sistemas de uso da terra e de manejo do solo inadequados ao ambiente, são responsáveis diretos pela perda de capacidade de recarga dos aquíferos. O principal efeito ocorre sobre a capacidade de infiltração de água no solo”.

Áreas não vegetadas e mais declivosas possuem a tendência de que a água da chuva escoe com maior velocidade, levando consigo sedimentos e matéria orgânica que se depositará nos leitos dos rios. A ideia é de que são necessários estudos envolvendo as relações hídricas (pluviométrica, subterrânea e superficial) e edafoambientais (solo, clima, uso potencial e atual) que permitam a compreensão da complexidade envolvida na recarga dos aquíferos, tendo como componente integrador o processo de infiltração vertical da água pluvial, (FREITAS, 2005).

Figura 24 - Altimetria e declividades no município de Chapecó-SC



Elaboração e edição: Daiane Regina Valentini, 2017. Fonte dos dados cartográficos: MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 11 Jan. 2017. Escala do levantamento 1:250.000

6.2.1 Uso da terra no território de Chapecó-SC

O uso e ocupação da terra reproduzem as mais variadas atividades desenvolvidas em determinado território. A especificação desses usos contribuiu nas discussões e nos apontamentos de fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas analisadas. E depois, os usos e ocupação da terra colaboraram na observação de áreas com melhores situações de recarga natural do SASG, fato de extrema valia, sendo esse sistema uma importante fonte de utilização dos recursos hídricos não somente no município de Chapecó, mas em toda RH2 e no restante da região oeste de SC.

Visando a gestão integrada dos recursos hídricos, torna-se, portanto necessária a compreensão do mapa dos usos da terra no município de Chapecó-SC (elaborado através de imagens de satélite do ano de 2010, fornecidas aos municípios pelo Governo do Estado). Ao averiguar as informações do mapa de usos e ocupação desse território (Figura 25), foi possível identificar cinco conjuntos de tipos de usos da terra, a saber:

Reflorestamento (cinza): um percentual de 4% do território é ocupado por fragmentos de reflorestamento, destacando o cultivo principalmente de eucaliptos.

Agricultura (laranja): 18% desse território são utilizados pela agricultura, principais cultivos são de milho, soja, produção de hortaliças – e pela criação de suínos e aves (CHAPECÓ, 2015). As lavouras distribuem-se geralmente em terrenos planos a pouco ondulados, destacando-se de maneira mais intensa entre o oeste e norte do território do município.

Áreas de pastagens e campos naturais (amarelo): áreas com pastagens e campos naturais representam 37%, e são utilizadas para criação de gado de corte (solto no pasto) e leiteiro (no pasto e confinado), e sua localização é bem distribuída no território.

Florestas em estágio médio/avançado (verde): as áreas de florestas em estágio médio ou secundário da vegetação correspondem a 37% do território municipal; essa vegetação está distribuída nos relevos mais declivosos, a exemplo da divisa com o município de Coronel Freitas e nas encostas dos rios Uruguai e Irani, a sul e leste, respectivamente.

Área urbanizada e/ou construída (rosa): equivale a toda área urbanizada, loteamentos, indústrias, equipamentos públicos, ruas, enfim, onde é possível encontrar elementos comuns de uma cidade. Nesse caso,

4% do território pesquisado representam áreas urbanizadas (sede municipal e núcleos distritais).

A situação alterou-se, com uma forte tendência à urbanização, principalmente na substituição de áreas de produção agrícola que circundam a área urbanizada, supressão de vegetação nativa, para o aumento de área urbanizada, inclusive desconectada da mancha urbana pré-existente, desde o ano de 2010.

De 2010 até 31/07/2016, 42 novos loteamentos foram aprovados em Chapecó (CHAPECÓ, 2016; FACCO; ENGLER, 2017), e os programas federais de incentivo a moradia como o Minha Casa Minha Vida, devem ter contribuído para isso também. Os loteamentos populares e condomínios residenciais para a classe trabalhadora se distanciam cada vez mais do centro urbano, afetando diretamente na qualidade de vida desses habitantes (FACCO; ENGLER, 2017). Atualmente, Chapecó possui 276 loteamentos distribuídos em 50 bairros.

Por outro lado, em 2010, com a aprovação da lei complementar nº 429/2010 que trata do uso e ocupação do solo na bacia do Lajeado São José, (CHAPECÓ, 2010), muito embora se argumente que um ordenamento possa ser estabelecido, também há a liberação da urbanização em toda a área da bacia, o que poderá afetar ainda mais a qualidade e quantidade da água que abastece a cidade. O problema da falta de água para a população continua sem solução a curto e médio prazo, para as indústrias também, (FACCO; ENGLER, 2017), cuja localização não está representada no mapa.

Destaca-se que o uso e manejo inadequado do solo afeta sua qualidade, tornando-o menos permeável e impedindo-o de exercer seu papel de filtro e de armazenador de água. Isso implica em uma menor contribuição para a recarga dos sistemas hídricos (FREITAS, 2015).

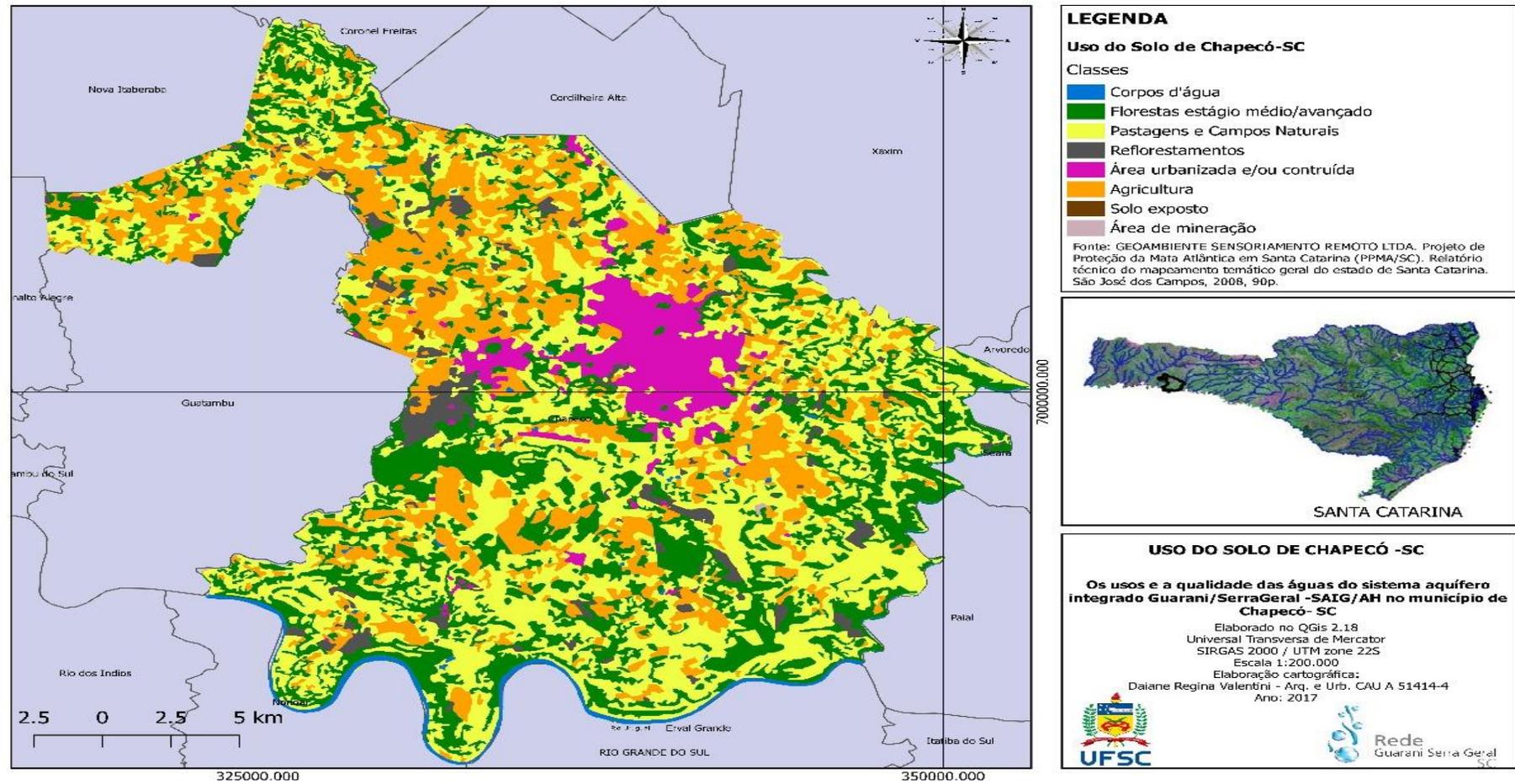
O novo Plano Diretor, (CHAPECÓ, 2014) transformou em área urbana o Distrito do Goio-en, às margens do reservatório da Hidrelétrica de Foz do Chapecó, na divisa com Rio Grande do Sul.

Fatores como a forte tendência à urbanização, supressão de vegetação nativa, aumento das áreas de produção agrícola e a criação de animais (aves, suínos e bovinos), influem na quantidade das águas superficiais e na “qualidade das águas subterrâneas”. Essas também podem ser afetadas por outros fatores naturais como: “a declividade do terreno, a geologia, o tipo de solo, a cobertura vegetal, entre outros”, (AUZANI, 2010, p.12).

São consideráveis as áreas antropizadas no território municipal de Chapecó-SC, pela urbanização, áreas de pastagens e de agricultura, o

que revela a magnitude, principalmente da agricultura e pastagens para a economia local. Porém, isso também comprova que essas atividades são responsáveis pela retirada da vegetação nativa na área pesquisada.

Figura 25 - Mapa uso da terra do município de Chapecó-SC



Elaboração e edição: Daiane Regina Valentini, 2017.

6.3 PERCEPÇÃO AMBIENTAL E A PAISAGEM NO TERRITÓRIO MUNICIPAL

6.3.1 Percepção ambiental da população: saneamento, resíduos sólidos e recursos hídricos no município de Chapecó-SC

A percepção ambiental aponta afinidade presente entre os seres humanos e o espaço natural. Para entender um pouco como funciona e como pensam os moradores da cidade de Chapecó-SC, os 1000 (Um mil) questionários aplicados em Chapecó contemplaram também perguntas relacionadas à origem da água consumida e a destinação do esgotamento sanitário das residências dos entrevistados. No que se refere à idade, 20,5% possuem até 18 anos; 46% entre 19 e 37 anos; 24% de 38 a 56 anos e 9,5% acima de 57 anos. O público feminino correspondeu a 68% dos entrevistados e 32% masculino.

Outra informação de extrema relevância levantada foi o tempo que os entrevistados residem na cidade de Chapecó-SC, o que significa que quanto maior for o tempo, obviamente melhor conhecem a cidade e os elementos que a compõe. De todos os entrevistados, 13% residem na cidade há até 5 anos; 14% entre 6 e 10 anos; 39% entre 11 e 20 anos e 34% deles residem em Chapecó há mais de 21 anos.

Indagados sobre a origem da água consumida nas residências, 98% afirmam saber e 2% não. Destaca-se que 92,5% da população municipal residem no urbano e 7,5% no rural, essa pesquisa foi exclusivamente com pessoas do urbano.

Sobre as fontes de água consumida pelos 98% que sabem a origem da água consumida: 77% Casan (concessionária), 37% de poço, 5% consomem água mineral, água de fonte e nascentes (buscam no rural) - ressalte-se que essa questão possuía alternativas, possibilitando assinalar mais de uma resposta. Muitos foram os participantes que assinalaram Casan e poço ao mesmo tempo. Foi relatado pelas pessoas que não tomam água da Casan e sim de poço, segundo os pesquisados, por possuir melhor qualidade, confiabilidade, aparência melhor, por ser mais saudável e também porque em muitos loteamentos mais distantes do centro a concessionária não atende. Percebe-se que a avaliação feita quanto à qualidade da água está relacionada apenas à coloração e ao cheiro da mesma.

Foi constatado um alto índice de reclamações e insatisfação com a qualidade da água tratada e distribuída pela concessionária, como se esse fosse o canal para serem ouvidos: possui baixa qualidade, gosto forte, aparência de água suja, não confia na qualidade da água

distribuída na rede, foram as respostas de destaque. Houve queixas de que a concessionária não toma as devidas providências para solucionar a questão da qualidade e disponibilidade da água fornecida para a população.

Também se buscou conhecer a concepção dos entrevistados sobre a qualidade da água consumida e a destinação adequada do esgotamento sanitário na residência e se isso pode relacionar-se com saúde, qualidade de vida e doenças. Um índice de 95% dos entrevistados tem consciência de que a qualidade da água e esgotamento sanitário está relacionada à saúde e à qualidade de vida humana.

Apesar de 95% dizer existir essa relação, ainda falta noção de que todas as ações estão interligadas e as consequências também, devido às práticas cotidianas.

A despeito de 97% dos entrevistados afirmarem que possuem preocupação com a qualidade de água consumida, 49% desconhecem a origem de captação da água para tratamento e distribuição pela concessionária. Já dos 51% que dizem saber, atenta-se que nem todos conhecem a realidade como acreditam saber, pois, (desses 51%), 47% afirmam ser do Lajeado São José, que é realmente a micro bacia de captação de água para abastecimento público, 17% que a origem da água é o rio Chapecó, 13% que as águas são de diversos rios, não sabendo afirmar quais e 20% acreditam que a água captada pela concessionária vem do rio Uruguai, dos córregos que cortam a cidade e do rio Chapecózinho. Essa informação é importante, pois demonstra que as pessoas não conhecem a realidade local, o que dificulta o entendimento para que haja preservação dos mananciais de água superficiais.

No que se refere aos 37% dos entrevistados que consomem água de poços, ainda predomina o pensamento de que a água subterrânea é sempre potável, que possui melhor qualidade que a água tratada. Assim, justifica-se a questão da intensa exploração das águas subterrâneas na área urbana atendidas pela concessionária. Foi perguntado se há desinfecção ou algum tipo de tratamento antes do consumo, as respostas variam de “foram feitos testes na época que foi perfurado”, “não sei”, “não tem necessidade de tratar por que é poço profundo”, “por ser poço comunitário depende da vontade de todos”, “a água é limpa”, “o cloro estraga a água”, “porque é potável, não tem como estar contaminada”. Visivelmente não há preocupação com o tratamento para desinfecção, pois se estabeleceu ao longo do tempo, uma concepção de que toda água subterrânea é de qualidade, pois a poluição não chega até lá. Esse pensamento possibilita o agravamento da situação das águas subterrâneas em toda região oeste, uma vez que, achando que as fontes

de poluição não chegam até o aquífero, os usos do solo não estariam relacionados com as consequências sobre as águas explotadas do SASG, o que demanda educação ambiental para toda população.

Outra pergunta feita foi sobre o destino do esgoto gerado na residência: 82% conhecem e 18% não sabem. Dos 82% que conhecem a destinação, a maioria, 55% utilizam sistema rudimentar, "fossa negra", 35% a rede pública de esgoto, 2% utilizam o padrão individual de tratamento de esgotos domésticos composto por filtro anaeróbio, tanque e sumidouro e 8% responderam outros, sem especificar o que se enquadraria nessa resposta. Mesmo que as pessoas respondem que sabem, nem sempre condiz com a realidade, há confusão na diferenciação do que é uma fossa séptica e o tratamento individual. Outra situação relevante, é que em vários locais onde passa a rede coletora de esgoto (Figura 26), porém, não há ligação das unidades habitacionais com a rede, dado esse, fornecido pela concessionária, (CASAN, 2017). Pode ser analisada em conjunto com a região de atendimento da rede pública coletora de esgoto (verde), possui abrangência de 40% da cidade (CASAN, 2017), demonstrada na Figura 26. Todo esgoto coletado vai para estação de tratamento como lodo ativado (sistema microbiológico), logo após, as águas são devolvidas ao rio Passo dos Índios.

Ainda sobre a destinação do esgoto produzido na residência, importante destacar que dos 82% dos entrevistados que declara saber a destinação, boa parte reside em bairros que ainda não são atendidos pela rede coletora, isto é, não existe rede pública coletora de esgotamento sanitário. Isso implica dizer que desses entrevistados (82%), não conhecem a destinação do esgotamento de seus lares.

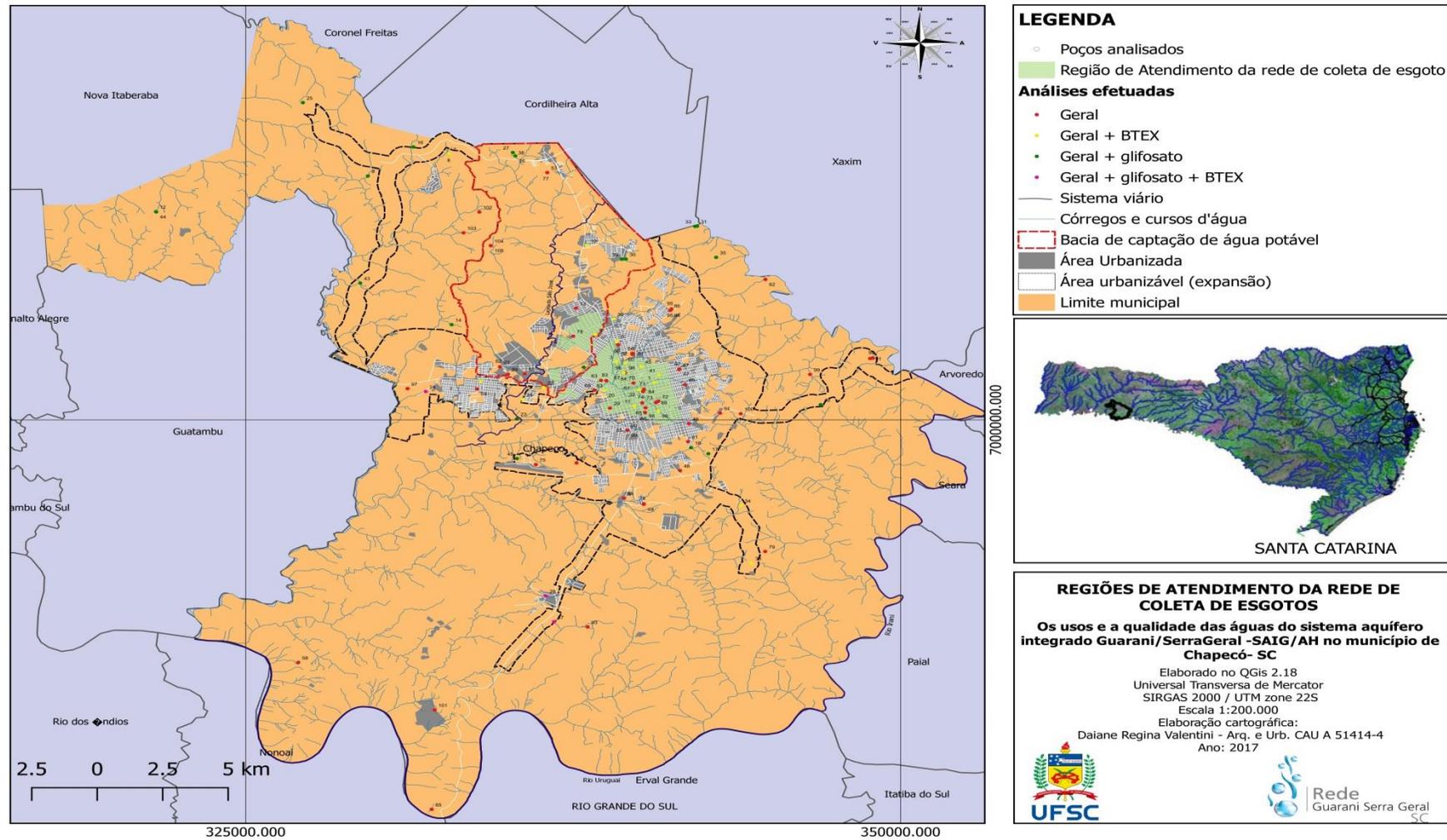
Quanto à avaliação do grau de interesse e preocupação com questões ambientais na cidade, a exemplo da destinação incorreta do esgotamento sanitário das residências e a despreocupação com o que ocorre nos rios urbanos (excesso de lixo e entulhos, assoreamento, canalizações), 44% disseram possuir elevado grau de interesse, 41% possuem interesse médio pelas questões e 15% baixo interesse, diversos afirmando que nunca chegaram a pensar nisso. Isso pode ser mais um fator que justifique o intenso uso das águas subterrâneas para consumo humano e atividades em geral no município, isto é, utilizar a disponibilidade hídrica subterrânea sem ter a preocupação com contaminação e superexploração, pois se consideram pessoas com médio ou alto grau de interesse em questões ambientais que visam a sustentabilidade de tudo.

Os resultados do questionário evidenciam a falta de informação a respeito da questão do consumo e da qualidade da água, bem como a sua relação com a qualidade de vida na cidade. Da mesma forma, identifica-se o desacordo da gestão municipal frente às atividades de educação ambiental e gerenciamento do sistema de recursos hídricos no município, bem como evidencia a fragilidade de atendimento quantitativo e qualitativo no abastecimento de água potável pela concessionária na zona urbana, a priori, que atendem toda demanda.

Fica o alerta de que o “conhecimento atual dos aspectos físico-naturais e ambientais”, (como a destinação do esgotamento sanitário da cidade, qualidade das águas dos córregos urbanos) “contribui para futuros prognósticos, analisando e avaliando os recursos naturais, proporcionando dados referentes à sua capacidade de uso e produção” (AUZANI, 2010, p. 12), para os gestores municipais e órgãos fiscalizadores e também para a população.

Observa-se que a rede coletora não atende toda a área urbanizada consolidada (cinza), concentrando-se nas áreas centrais. A infraestrutura do sistema de coleta de esgotos para a áreas já urbanizada é limitado. Na área urbanizável delimitada pelo Plano Diretor Municipal (tracejado preto), (CHAPECÒ, 2014), os parcelamentos do solo (loteamentos) ocorrem sem a execução de rede coletora de esgotos, o que sobrecarrega a demanda de sistemas individuais de esgotamento sanitário, que têm como solução a infiltração dos efluentes no solo, saturando-o. Na Figura 26, salienta-se também as principais vias e rodovias de acesso à cidade, que possuem ocupação predominantemente empresarial e industrial, o que pode agravar a contaminação do solo. A área com tracejado vermelho é a bacia de captação de água para abastecimento público.

Figura 26 - Rede coletora de esgotamento sanitário de Chapecó-SC



Fonte: Daiane Valentini, (2017).

Importante resgatar também a Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico em todo país (uma vez que as resoluções da ONU sobre o direito humano à água atrelam esta ao saneamento). No que se refere às águas subterrâneas, é demasiadamente importante o artigo 45, §1º desta lei:

§ 1º Na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários, observadas as normas editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambiental, sanitária e de recursos hídricos.

Dentro da gestão integrada e sistêmica de recursos hídricos, torna-se necessário conhecer a legislação municipal no que se refere à consonância entre elas nos aspectos ambientais. Pensando nisso, foram estabelecidas categorias para facilitar a análise dos três planos municipais: recursos hídricos, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, parcelamento do solo e impactos ambientais, para o espaço rural e o urbano.

Após análise do Plano Diretor de Chapecó de 2014, (CHAPECÓ, 2014), do Plano Municipal de Saneamento Básico, (CHAPECÓ, 2015) e do Plano Municipal de Resíduos Sólidos, (CHAPECÓ, 2015), constata-se que as categorias recursos hídricos, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, parcelamento do solo e impactos ambientais foram mencionados nos três Planos, porém, nenhum aprofunda, detalha ou direciona para a necessidade do gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de maneira integrada no território municipal. Essas políticas devem ser orientadas a constantemente promover o diálogo entre si para que cada setor conheça as peculiaridades, objetivos e metas uns dos outros e, a partir disto, construam ações integradas em prol do bem comum, (FUNASA, 2012).

Na categoria recursos hídricos, o Plano Diretor explora esta temática focando principalmente na gestão da bacia hidrográfica, porém de maneira genérica, afirmando que é necessária a gestão dos recursos hídricos. Porém, as águas subterrâneas não foram contempladas, como se não existissem - ou isso demonstra a falta de informações e conhecimento sobre as mesmas no município? Para o espaço rural, apenas o Plano Diretor (CHAPECÓ, 2014), sugere a elaboração de um programa de gerenciamento das bacias hidrográficas e dos recursos hídricos no município. O mesmo Plano ressalta ainda que, para a aprovação de novos loteamentos, o Poder Público Municipal exige um termo de viabilidade técnica para abastecimento de água da concessionária. Quando não ocorre essa viabilidade, o loteador solicita

autorização junto ao Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável, para perfuração de poço e assim, atender à nova demanda por água.

Tanto o Plano Diretor (CHAPECÓ, 2014), como o Plano de Saneamento (CHAPECÓ, 2015), abordam a necessidade da preservação ambiental dos recursos hídricos. O Plano de Saneamento apresenta como um dos objetivos a gestão eficiente dos recursos hídricos através da redução de perdas e desperdícios. Nenhum dos Planos apresenta implementação dessas ações, tampouco o poder público municipal estabeleceu leis complementares que regulamentem ou ações que possam dar respaldo a essas intenções.

A Resolução Recomendada nº 75/2009 do Conselho das Cidades no Art. 4º cita a necessidade dos elementos mínimos do Plano de Saneamento Básico: “O Plano de Saneamento Básico deverá conter, no mínimo: I. Diagnóstico integrado da situação local dos quatro componentes do saneamento básico, a saber: abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. O diagnóstico deve conter dados atualizados, projeções e análise do impacto nas condições de vida da população.

Quanto aos resíduos sólidos, o Plano de Resíduos (CHAPECÓ, 2015), traz todo o diagnóstico e prognóstico para cada tipo de resíduo de forma completa; o Plano Diretor trata também por diversos momentos dos resíduos, reforçando a necessidade de em novos empreendimentos ter a gestão adequada e por fim no Plano de Saneamento, traz apenas conceitos de resíduos.

Percebe-se que o plano de resíduos sólidos por diversas vezes cita aspectos relacionados ao plano diretor e ao plano de saneamento, confirmando a interação e consonância.

Já na categoria parcelamento do solo, os três planos abordam a temática principalmente sobre diretrizes de saneamento e resíduos sólidos para novos loteamentos (Quadro 6). Quanto aos impactos ambientais os três planos discutem apenas sobre a necessidade de minimização dos impactos, não prevendo ações concretas para minimização dos problemas. Nesse sentido, também não abordam o que pode ser considerado impacto.

Para que haja consonância ou elo entre os Planos municipais, há necessidade de diálogo e envolvimento dos entes políticos, técnicos e da sociedade, se dá também na execução dos planos, pois a partir de bons planos elaborados o próximo desafio é encontrar resultados efetivos na execução destas políticas públicas. (FUNASA, 2012).

Importante abordar também a Lei municipal nº 4413/2002, que dispõe sobre a criação do Sistema de Informações Municipal de Águas Subterrâneas – SIMAS para monitorar a abertura de poços e fiscalizar. No artigo 3º, § 2º destaca que “periodicamente com intervalo de 180 (cento e oitenta) dias, os responsáveis dos poços deverão apresentar, junto a Secretaria de Planejamento, às suas expensas, laudo contendo análise físico-química e bacteriológica da água”, (CHAPECÓ, 2002).

O artigo 5º destaca a competência da fiscalização no âmbito municipal, sendo os “Fiscais de Obras e Posturas, sob a supervisão da Secretaria de Planejamento, e aos Fiscais da Vigilância Sanitária, que fiscalizarão os trabalhos de perfuração dos poços tubulares profundos”. A mesma lei, (artigo 6º), traz que “as captações de águas subterrâneas deverão ser dotadas de dispositivos de proteção sanitária, a fim de evitar a penetração de poluentes”. O artigo 9º diz que o Município organizará cadastro de poços tubulares profundos e, no parágrafo único, garante que tais informações contidas no cadastro serão públicas, (CHAPECÓ, 2002). Apesar de a lei estar em vigor não foi possível encontrar registros nos órgãos citados sobre a efetividade desta legislação. Destaca-se também que nos poços onde foram coletadas as amostras nenhum responsável relatou a obrigatoriedade de entrega de laudo semestral, reforçando a evidência desta lei não estar sendo aplicada no município.

Com relação à legislação e normativas nas três esferas administrativas, “é necessário, ainda, buscar a definição de normas específicas para a utilização racional do SAIG/SG, elaborando-se um marco jurídico-legal de uso e conservação de suas águas”, considerando-se as legislações ou normas específicas dos países e estados por ele abrangidos, bem como buscar novas formas de controle da poluição das águas subterrâneas na elaboração dos planos diretores municipais, dando ênfase, sempre, à necessidade de sistemas eficientes de captação e tratamento dos esgotos sanitários. (RGSG, 2015, p.12).

Quadro 6 - Síntese dos três Planos Municipais (Plano Diretor, Saneamento e de Resíduos).

Categoria	Condições	Plano Diretor	Plano de Saneamento	Plano de Resíduos Sólidos
Recursos hídricos	Superficial / Rural	Consta a proposta de elaboração de um programa de gerenciamento das bacias hidrográficas e dos recursos hídricos no município. Consta nas Áreas de Preservação Permanentes - APPs; Estudos de Impactos de Vizinhança; Bacia de captação de água para abastecimento público; Aprovação para novos loteamentos: atestado de viabilidade técnica para abastecimento de água da concessionária.	Soluções individuais	Nada consta
	Superficial /Urbano		Como um dos objetivos do Plano consta a preservação dos recursos hídricos através das perdas e desperdícios. Aparece na minuta do projeto de lei a gestão eficiente dos recursos hídricos.	Item que fala de forma geral sobre o abastecimento de água em Chapecó.
	Subterrâneo/ Rural	Consta a proposta de elaboração de um programa de gerenciamento das bacias hidrográficas e dos recursos hídricos no município.	Soluções individuais	Nada consta
	Subterrâneo /Urbano		Diagnóstico e Prognóstico	Nada consta
Esgotamento sanitário	Rural	Nada consta.	Soluções individuais	Nada consta
	Urbano	Destinação prioritária na rede pública (onde há) ou sistema de tratamento individual. Consta em diversas passagens a descrição de esgotamento sanitário.	Diagnóstico e no prognóstico se propõem a cobertura de 100% da área urbana até 2020.	Nada consta
Resíduos sólidos	Urbano	Para novos parcelamentos do solo é necessário um programa de gestão de resíduos sólidos. A responsabilidade dos condôminos na coleta e remoção dos resíduos sólidos.	Constam apenas conceitos sobre resíduos sólidos	Somente diagnóstico
	Rural	Para a regularização fundiária é necessário ter a coleta de resíduos sólidos. No Estudo de Impacto de Vizinhança é necessário o		Somente diagnóstico

		levantamento da geração de resíduos sólidos.		
Parcelamento do solo	Urbano	Traz uma série de recomendações e direcionamento para a expansão urbana.	Dentro das medidas imediatas e emergenciais, consta a normatização de projetos e fiscalização de implantação de rede coletora em novos loteamentos e de sistemas individuais em novas unidades habitacionais.	Consta orientação de que em parcelamentos do solo fica condicionado a implantação de sistemas de coleta de resíduos, conforme prevê o Plano Diretor
Impactos ambientais	Rural	Dentro do programa de desenvolvimento da produção primária estabelece critérios para implantação de atividades turísticas, recreativas e culturais, considerando os impactos ambientais. Acesso Plínio Arlindo de Nês e parte do Distrito Marechal. <u>Bormann</u> deve ser promovido a reorganização de usos do solo para minimização dos impactos ambientais.	Entre os benefícios ambientais do plano, consta a redução dos impactos ambientais dos empreendimentos de ampliação de captação e tratamento da água.	Nada consta
	Urbano	Nada consta.		Traz como sugestão: incentivo como IPTU verde no urbano, visando a diminuição dos impactos ambientais.

Fonte: Elaboração da autora

6.4 QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ

Neste item serão apresentados os resultados das análises efetuadas em 100 poços do SASG e 5 poços do SAG.

Para discutir os resultados, torna-se imprescindível conhecer algumas características dos poços pesquisados. A Figura 27 mostrou a localização dos 105 poços da pesquisa no território municipal de Chapecó. O ano de perfuração desses poços varia de 1978 até 2017, e a profundidade dos mesmos varia muito, conforme pode ser observado nos Quadros 7 e 8.

Para os 100 poços pesquisados do Sistema Aquífero Serra Geral, 50 localizam-se em área rural, sua profundidade média é de 150,11 metros, a mínima de 80 metros e a máxima de 320 metros; os 50 poços desse aquífero situados na área urbana possuem profundidade média de 162,25 metros, com a mínima de 83 metros e a máxima de 408 metros. A média de profundidade dos 100 poços do SASG analisados ficou em 156,47 metros. Observou-se que, com o decorrer das décadas, a profundidade das novas perfurações aumentou também.

Quadro 7 - Profundidade dos poços no SASG

Aquífero Serra Geral Profundidade poços (m)		Aquífero Serra Geral Profundidade poços (m) Total
Urbano (50 poços)	Mínima: 83 Máxima: 408	Mínima: 80 Máxima: 408
	Média: 162,25	
Rural (50 poços)	Mínima: 80 Máxima: 320	Média: 156,47
	Máxima: 150,11	

Fonte: Elaboração da autora

Os 5 poços analisados do aquífero Guaraní (Figura 27) possuem profundidade média de 742 metros, sendo o de menor profundidade com 580 metros e o de maior com 850 metros, localizados no território rural do município.

Quadro 8 - Profundidade poços no SAG

Aquífero Guarani profundidade poços (m)	
Rural	Mínima: 580
(5 poços)	Máxima: 850
	Média: 742

Fonte: Elaboração da autora

A Figura 27 apresenta a localização dos 105 poços no município de Chapecó-SC, com a delimitação em tracejado, em hachura, do perímetro urbano, com linha preta a projeção da área urbanizada futuramente pelo atual Plano Diretor (CHAPECÓ, 2014), em laranja o espaço rural, com destaque também para as principais vias e acesso.

Os pontos vermelhos representam a localização dos poços para os quais realizou-se análises microbiológicas (coliformes totais e coliformes fecais *Escherichia coli*) e físico-químicas (oxigênio dissolvido, pH, turbidez, condutividade elétrica, alcalinidade, nitrato, cloretos, sulfato, potássio, sódio, cálcio, magnésio, manganês, ferro); Para os 25 poços representados em amarelo, além desses, foram investigados devirados de petróleo (BTEX = benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno), e na cor verde estão representados os 25 poços em que se avaliou o glifosato; e na cor rosa, os poços em que foram analisados todos os critérios descritos acima.

A Figura 28 mostra imagens de alguns dos poços amostrados na pesquisa:

- o poço 6, está com a boca abaixo do nível do solo, sem a lage de proteção, com muitos resíduos de óleos, por localizar-se em uma mecânica, dentro de empresa de caminhões, sem muita preocupação com manutenção do mesmo, pois a justificativa é de que a bomba “não apresenta problemas para isso”;

- O poço de número 8 é em área rural, um dos mais antigos a serem analisados na pesquisa; possui a lage de proteção, mas fica a alguns metros de um antigo sanitário, chamado de “patente” (buraco no chão onde a família fazia suas necessidades biológicas);

- O poço 14, possui a boca acima do nível do solo e está situado no jardim da propriedade, mas falta a lage de proteção no entorno do mesmo;
- O poço 22 é em um posto de combustível, junto á área da mecânica de troca de óleo dos automóveis e ao lado da canaleta que leva os rejeitos do pátio do posto;
- O poço 35 localiza-se no espaço rural, ao lado de um potreiro, e não possui qualquer tipo de proteção;
- O poço 36 também se situa em área rural, ao lado de um milharal. Possui uma caixa de proteção, porém não a sapata de concreto.É comum o uso de agrotóxicos em todas as lavouras existentes no Oeste de Santa Catarina, Chapecó não é diferente do contexto.
- O poço 39 está mais isolado, na presença de gramíneas, há uma boa sapata no entorno do poço e sua abertura fica acima do solo;
- O poço 45, localiza-se em plantação de hortaliças, e o que se observa quanto à sua localização são capins secos, devido ao uso de secante químico. Esse poço não apresenta lage de proteção, a boca do poço fica acima do solo e no fundo da imagem percebe-se uma acumulação de embalagens de agroquímicos utilizados nas hortaliças;
- A boca do poço de número 46 está abaixo do nível do solo, sem o selo sanitário de proteção e visivelmente ocorrem infiltrações de águas da chuva, Sua localização é na parte mais baixa do terreno, o que facilita essas infiltrações.
- O poço 49 localiza-se em um cemitério, que pode ser observado na imagem. Possui a lage de proteção e a saída de água é acima do nível do solo.
- O poço de número 50 está protegido de maneira correta, com a boca do poço acima do nível do solo e a lage que o protegue também;
- O poço 52 não segue as normas técnicas para proteção da sapata no entorno do poço; observa-se que está com ferrugem, indicando falta de manutenção;
- O poço de número 55 está construído de maneira correta e com a manutenção perfeita;
- O poço 57, apesar de estar com a boca do poço acima do nível do solo, não apresenta a lage de proteção e situa-se a poucos metros de uma plantação de soja - o perigo se dá pelo uso de agrotóxico na lavoura na encosta.
- O poço número 68 é comunitário, localiza-se onde é o passeio público, as pessoas passam sobre o mesmo. Não possui lage de

eproteção, a boca do poço é no nível do solo e passível de infiltração de águas da chuva.

- O poço 75 está com caixa de proteção, boca acima do solo e bem preservado;

- O poço número 74 está com excelente proteção, além de ter a boca do poço acima do solo, possuir a lage, que é o selo sanitário de proteção que todo poço deve ter, o proprietário (que é uma ONG) construiu uma casinha no entorno para melhor proteger o poço, que tem sua água utilizada para irrigação de legumes e verduras plantadas no local em grande escala.

- O poço 77, assim como outros localizados no espaço rural, está dentro de uma plantação de milho, sem a lage de proteção;

- O poço 81 localiza-se no urbano, possui em seu entorno duas carreiras de tijolos de proteção, já que esse local fica inundado em períodos de muitas chuvas, mas falta a lage no entorno do mesmo;

- O poço número 82 caracteriza-se por sua locação ser muito próxima de um pequeno córrego, onde a poluição por esgotamento sanitário pode estar presente, pois o local não possui rede pública coletora de esgoto. Apresenta uma boa proteção no entorno do poço, e a entrada do mesmo fica acima do solo;

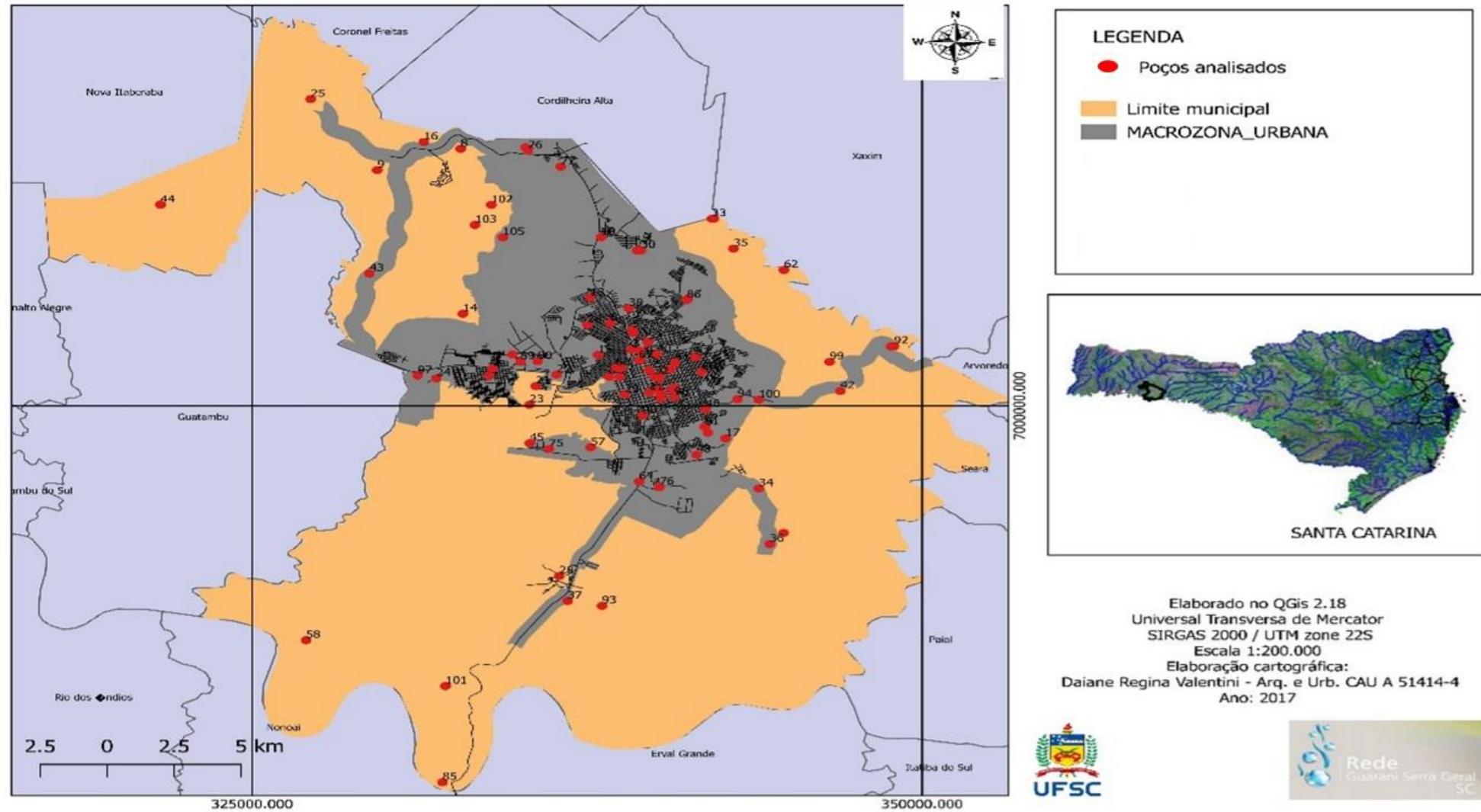
- O poço 83 está com a boca abaixo do nível do solo, não possui a lage de proteção; seu proprietário frequentemente joga cal virgem ao redor do poço como forma de proteção, (dise que, segundo os mais velhos isso “mata” micróbios);

- O poço de número 85 está construído de maneira correta e com a manutenção perfeita;

- O poço 91 atinge o SAG, não tem proteção no entorno do poço, o selo sanitário, conforme as normas técnicas vigentes em Santa Catarina, ponto positivo é a entrada do poço que fica acima do solo;

- O poço 99 está com a lage de proteção rachada; o proprietário salientou que há muito tempo não faz manutenção, pois a bomba nunca apresentou problemas.

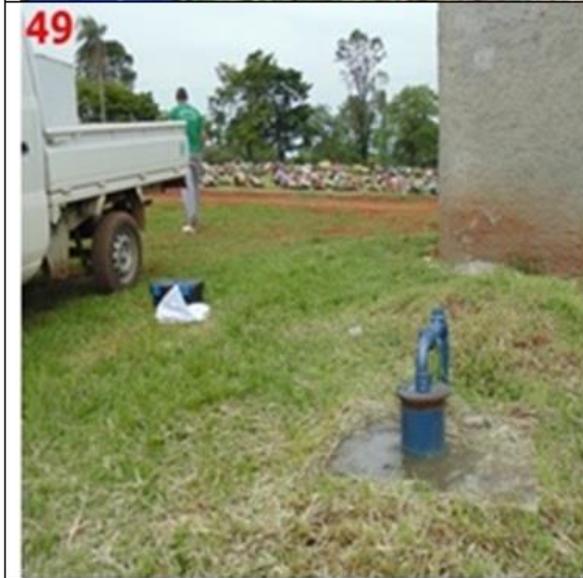
Figura 27 - Localização dos poços analisados



Fonte: Daiane Valentini, (2017).

Figura 28 - Imagens de alguns poços amostrados









Fonte: Autora

Conforme observação nos campos, quando das coletas das amostras de água para as análises, percebeu-se que, devido à falta de efetividade do órgão regulador SDS, na área de perfuração de poços é um grande percentual das empresas do ramo que estão desenvolvendo trabalhos de perfuração de maneira inadequada. Percebeu-se um agravamento na situação, onde está se perfurando mais poços sem a outorga, além de que os órgãos fiscalizadores não têm o conhecimento disso. A forma como está ocorrendo muitas perfurações de poços é algo preocupante, pois não se tem a garantia de que as normas técnicas da ABNT estão sendo seguidas.

Considerando os 105 poços pesquisados e analisados, 50 deles são outorgados, sendo 47 do SASG e 3 do SAG, e 55 não possuem a outorga, até porque foram perfurados há bastante tempo, muitos até décadas atrás, fato que pode justificar isso.

A justificativa para tal afirmação se dá pelo fato de que, em 2012/2013, o Oeste Catarinense sofreu com uma das rigorosas estiagens das últimas décadas. Com isso, as empresas perfuradoras de poços fizeram altos investimentos através de financiamentos para aquisição de maquinário novo, justamente porque o mercado demandava serviços e para isso, todo ferramental. Porém, em novembro de 2014, quando a SDS assumiu o papel de outorgante (na autorização das novas perfurações de poços e para os já existentes), ocorrendo a proibição de perfuração de novos poços nas zonas urbanas do Estado. Isso porque a Concessionária de abastecimento de água atende (ou deveria atender) essa demanda. Automaticamente, as empresas continuavam com suas despesas, mas com restrições no campo de trabalho.

A atual (2017) incumbência de outorgas para uso das águas subterrâneas está a cargo da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável - SDS, localizada em Florianópolis. Percebe-se uma lacuna institucional para que a mesma exerça essa função adequadamente devido à reduzida estrutura de pessoal. Até novembro de 2014 era a Fatma que realizava este processo (denominado de licenciamento) o que facilitava o controle devido à existência de escritórios regionais. Dessa forma, o efetivo controle na perfuração de poços no Estado passa por um período delicado, onde existe uma grande lacuna institucional. O Governo apenas atribuiu-lhes a função, porém não deu a estrutura e pessoal para exercê-la. Há um lapso entre a regulação (outorga), controle e fiscalização na abertura de poços. Falta a integração da legislação e fiscalização entre os órgãos das diversas instâncias.

Os Planos de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas, que deveriam reger e fiscalizar, junto com os órgãos municipais responsáveis (Vigilância Sanitária) os usos das águas subterrâneas e superficiais, se encontram obsoletos e sem efetividade com a falta da vigência do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Na RH2, onde o município de Chapecó está inserido, pouco se percebe na execução do Plano elaborado, não existindo a gestão integrada de recursos hídricos, o que é extremamente preocupante.

Percebeu-se que a partir do momento em que um poço é perfurado numa propriedade industrial ou rural, todas as fontes de água utilizadas até então são abandonadas (fonte caxambu, nascentes, captação de rios e das chuvas), a água subterrânea torna-se a única fonte de água para exploração a ser utilizada, com alegação de que a qualidade dessas é melhor e a captação mais fácil. Deixando de lado essas fontes complementares também se abandona os cuidados para a manutenção e proteção dos mesmos, fazendo com que diminua a qualidade das águas superficiais. Uma questão de tempo para que isso atinja as águas subterrâneas também, pois as águas que abastecem o Aquífero Serra Geral são provenientes das águas superficiais.

Outra observação constatada nos campos, relacionadas à construção e manutenção dos poços são os poços abandonados. A Figura 29 mostra um poço abandonado, aberto, cheio de entulhos, no urbano.

Figura 29 - Poço abandonado



Fonte: Autora

6.4.1 Qualidade da água do Aquífero Serra Geral no território rural de Chapecó-SC

Os resultados das análises das 105 amostras coletadas nos sistemas Aquíferos Serra Geral (SASG) – 100 amostras - e no Sistema Aquífero Guarani – SAG – 5 amostras, constam no Apêndice 1.

6.4.1.1 Indicadores físico-químicos, Metais e Microbiológicos

Na Tabela 4 observa-se a variação dos teores do Oxigênio Dissolvido (OD) para os poços do SASG, com máxima de 8,84, mínima de 3,14 e média de 6,01, enquanto que para os poços do SAG, a máxima foi de 7,06, a mínima de 2,0 e a média de 5,37.

A análise de OD em águas subterrâneas tem uso limitado como indicador de poluição, e os resultados médios situam-se acima do valor normalmente encontrado em águas subterrâneas (zero a 5 mg/L, segundo Feitosa; Manoel Filho, 1997, apud Marion et al., 2007). Alguns valores mais baixos podem ter relação com processos geoquímicos inerentes ao comportamento das águas subterrâneas.

Tabela 3 - Oxigênio Dissolvido para poços SASG/SAG

O. D. SASG	O. D. SAG
Máxima: 8,84	Máxima: 7,06
Mínima: 3,14	Mínima: 2,0
Média: 6,01	Média: 5,37

Fonte: Elaboração da autora

Para a turbidez, os 3 poços que apresentaram alteração encontram-se na zona rural (P2= 18,0; P24= 17,6 e P32= 5,97). Observamos que a condutividade elétrica para tais poços estava em 227,0 UT; 353,0 UT e 186,9 UT respectivamente demonstrando alta taxa de sólidos suspensos nas amostras, colaborando para a alteração na turbidez.

Conforme sumário estatístico dos 105 poços, sendo 100 do SASG, (Quadro 9) quinze (15) e três (3) amostras apresentaram alterações para pH e turbidez respectivamente. Para as alterações no pH, 10 poços estão no perímetro rural e 5 no perímetro urbano. Para as 8 amostras em que o pH se apresentou ácido (abaixo de 6,0) percebemos que o NO³⁻ esteve presente com concentrações variadas desde 0,66 a 6,99mg/L com média para tais poços em 4,21 mg/L. Este resultado

demonstra que a probabilidade de águas superficiais estarem infiltrando nos poços é alta, pois em águas subterrâneas a concentração natural máxima está em cerca de 2,5mg/L, e concentrações acima demonstram alguma alteração ou perturbação ambiental na área ou proximidades. Nestes casos, é provável que águas superficiais com pH ácido misturam-se com as águas subterrâneas, conseqüentemente baixando o pH (CARASEK, 2016). Com efeito, todos os poços que apresentaram pH abaixo de 6,0 possuem agentes contaminantes e com fontes de NO³⁻ no entorno: (P8 = fossa negra a 30 metros, aviário a 20 metros; P27 = dentro de área de horta experimental, açude a 7 metros; P37 = lavoura a 50 metros, fossa negra a 15 metros; P39 = dentro de área de plantio; P52 = fossa negra a 10 metros; P57 = dentro de área de posto de combustíveis, fossa negra a 50 metros; P66 = córrego urbano a 20 metros; P81 = lava-carros a 10 metros. Para os 8 poços em questão somente 3 apresentaram coliformes totais, e em concentrações baixas (1,0 e 4,2 NNP/100mL), demonstrando que a ocorrência de infiltração direta de águas superficiais é improvável, sendo mais plausível a ocorrência por saturação do solo nas áreas onde os poços estão inseridos, colaborando diretamente para a alteração do pH.

Para os 7 poços que apresentaram pH alcalino acima de 9,5 buscamos um possível agente ou fatores ambientais que colaborassem diretamente ou indiretamente com tal anormalidade para as águas do SASG, mas somente a condutividade elétrica apresentou-se positivamente relacionada para os resultados demonstrando-se alta (C.E = 147,9 µS/cm a 339 µS/cm com média para os 7 poços de = 202,14 µS/cm). Investigamos a possibilidade de misturas das águas do SASG com o SAG mas descartamos para tais poços, pois analitos comumente encontrados no SAG não foram observados nas amostras dos 7 poços em questão.

Quadro 9 - Sumário estatístico das análises realizadas das águas subterrâneas para a área de estudo (Município de Chapecó-SC)

Parâmetro	Unidade	Média	Mínimo	Máximo	*V.M.P.	Nº de Poços acima do V.M.P.
pH		7,40	4,32	9,90	6,0 a 9,50	15
Turbidez	**UT	1,17	0,00	18,00	5,000	3
CE	µS/cm	202,02	44,60	747,00		-
Alcalinidade	Mg/L	80,90	0,00	305,60		-
Cloreto	Mg/L	4,41	0,00	57,23	250	-
Flúor	Mg/L	0,28	0,00	0,98	1,50	-
Sulfato	Mg/L	12,87	0,00	115,24	250	-
Potássio	Mg/L	2,69	0,00	24,40		-
Sódio	Mg/L	32,41	0,00	142,00	200	-
Cálcio	Mg/L	17,70	3,50	60,38		-
Magnésio	Mg/L	2,19	0,005	14,46	***N.P.E	-
Ferro	Mg/L	0,25	0,004	1,92	0,300	20
Manganês	Mg/L	0,11	0,008	0,86	0,01	32
Colif. Totais	NNP/100mL	41,65	0,00	435,20	Ausência	56
C. E. Coli	NNP/100mL	2,68	0,00	155,30	Ausência	11
Nitrato	Mg/L	2,31	0,01	7,72	10,0	-
Benzeno	Mg/L	0,00	0,00	0,00	5	-
Tolueno	Mg/L	0,00	0,00	0,00	0,17	-
Etil-benzeno	Mg/L	0,00	0,00	0,00	0,2	-
Xilenos	Mg/L	0,00	0,00	0,00	0,3	-
Glifosato	µg/L	0,00	0,00	0,00	500	-

- Sem ocorrência de concentração acima do V.M.P. conforme Port. 2914/2011, MS.

*Valor Máximo Permitido

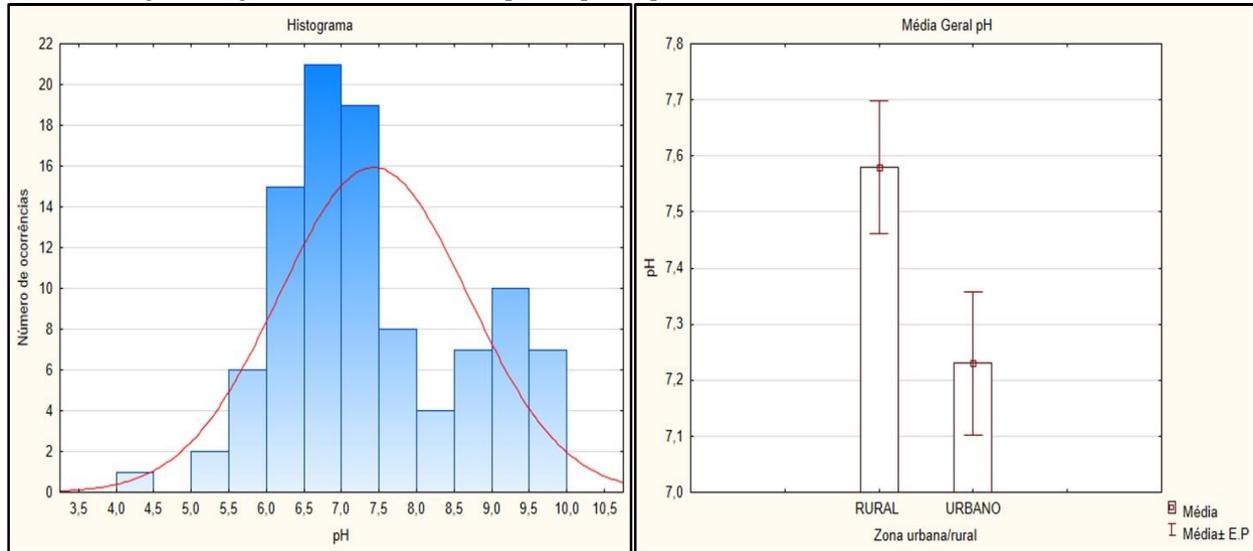
**Unidade de Turbidez

*** Não possui regulamentação brasileira específica para concentração de Mg

Fonte: Autora

Outros analitos não investigados nesta pesquisa possivelmente estão gerando a alteração do pH. As características naturais das águas mantêm-se com pH entre 5,5 a 8,5, (CPRM, 2012) (exceto para anomalias ambientais de áreas específicas como no caso o pH (Figura 30) das águas do SAG, que normalmente apresenta-se acima de 8,5) mas podem ser alteradas em função do uso e ocupação do meio físico. A disposição inadequada de resíduos domésticos, industriais, de mineração, a utilização de pesticidas e fertilizantes constituem as principais fontes de poluição ou contaminação dos recursos hídricos e por consequência podem gerar a alteração do pH.

Figura 30 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para o pH



Fonte: Elaboração da autora

Histogramas e gráficos da média e desvio padrão foram plotados para os teores de Mg (Figura 31), Fe (Figura 32), Mn (Figura 33) e NO_3^- (Figura 35) em todas as 100 amostras do SASG. Para os metais a resposta é considerada diretamente associada à Formação Serra Geral, cujas rochas constituintes contêm estes minerais em proporções importantes, e a presença nas águas subterrâneas provém do processo de intemperismo físico e químico no contato da água com a rocha, carreando os metais e mineralizando cada vez mais o recurso hídrico chegando ao ponto de equilíbrio natural (CETESB, 2012). Conforme médias para os metais Mg (Figura 31), Fe (Figura 32) e Mn (Figura 33) observamos uma pequena diferença de concentração entre as zonas rural e urbana, da mesma forma que para os resultados apresentados por Carasek (2016), onde a ocorrência de maior concentração para a zona rural foi atribuída ao fator da exploração das águas subterrâneas nesta área ser em menor escala, justamente pelo menor número de poços em funcionamento comparado com a zona urbana. Conforme Bittencourt et al. (2003) este fator influenciaria diretamente no tempo de residência da água subterrânea, onde para a zona rural o tempo é maior comparado à zona urbana.

Para os metais Mg (Figura 31) e Mn (Figura 33) a ocorrência nas águas subterrâneas dá-se de forma natural.

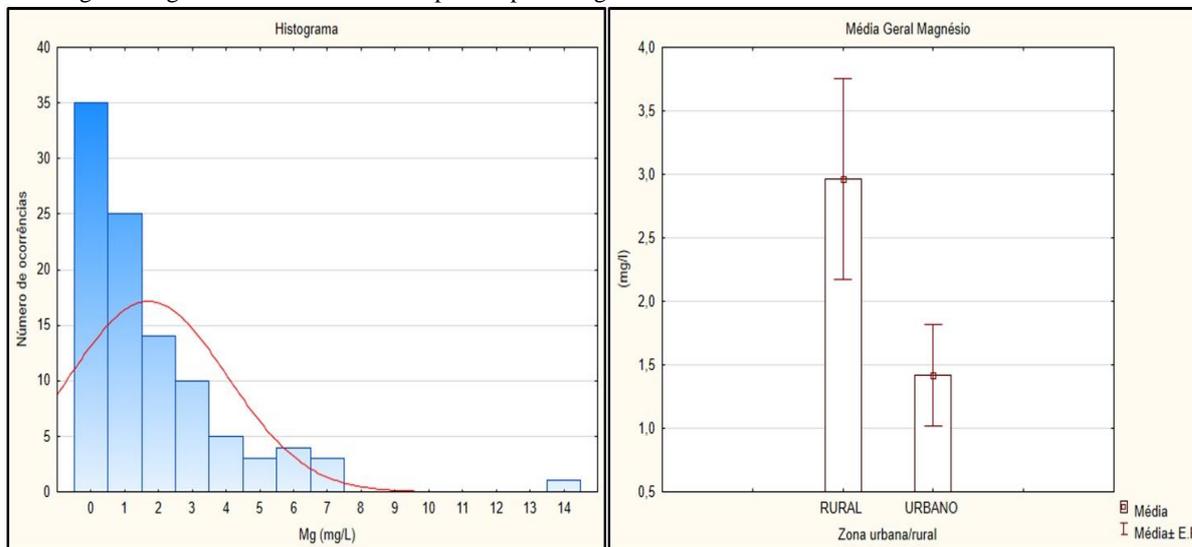
Para Fe (Figura 32), 20 poços apresentaram concentrações acima da regulamentação brasileira conforme Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) na qual para águas destinadas ao consumo humano recomenda-se concentrações de até 0,3mg/L. Dos 20 poços que apresentaram alterações, 9 estão situados na zona urbana e 11 na zona rural. Buscamos analisar estatisticamente alguma relação entre os parâmetros analisados em laboratório e dados ambientais coletados em campo e concluímos que os poços apresentam Fe de forma natural, mas para os poços P32, P63, P66, P84 e P95 observamos problemas estruturais na construção, que possibilitam entrada de água superficial de forma direta para o interior do poço. Sendo assim, como a concentração de Fe (Figura 32) no solo da área de estudo possui teor elevado, na ocorrência de precipitações pluviométricas de longo tempo ou de forte intensidade o Fe biodisponível no solo pode ser carregado para o interior do poço, colaborando para o aumento da concentração do metal; outro fator a ser considerado é a presença de oxigênio disponível das águas superficiais influenciar no processo de intemperismo químico, acelerando os processos de oxidação das rochas ígneas e liberando o Fe para a água. Tais processos podem também ter influência para os metais Mg e Mn. O poço P68 apresentou a maior concentração (Fe =

1,91mg/L), e observamos que a boca desse poço se encontra abaixo do nível do solo e o mesmo está inserido em uma área de oficina mecânica, onde ocorrem processos de soldas, lixamentos de peças e serviços de acabamentos, gerando a possibilidade de saturação do solo por Fe a partir de tais processos. A contaminação por outros poluentes, como constituintes de tintas, óleos e graxas utilizados no setor é também possível.

Conforme padrão estabelecido pela Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), as águas analisadas se apresentam com boa qualidade e com referência de potabilidade em relação aos metais magnésio e manganês.

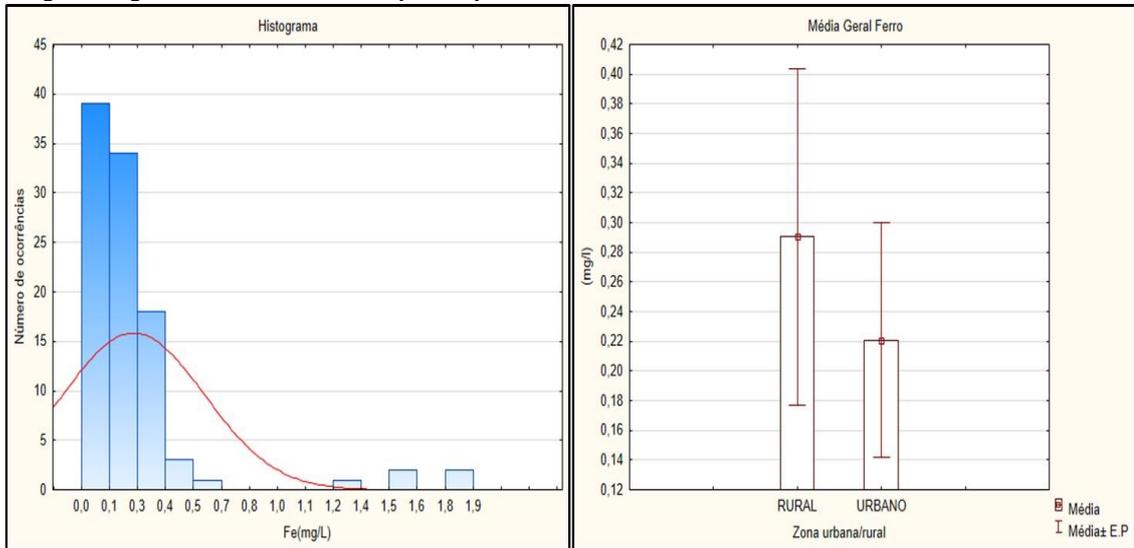
Abaixo seguem os histogramas e gráficos da média e desvio padrão (Figuras 31, 32 e 33) para os metais citados, dos 100 poços do SASG conforme análises realizadas:

Figura 31 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Magnésio



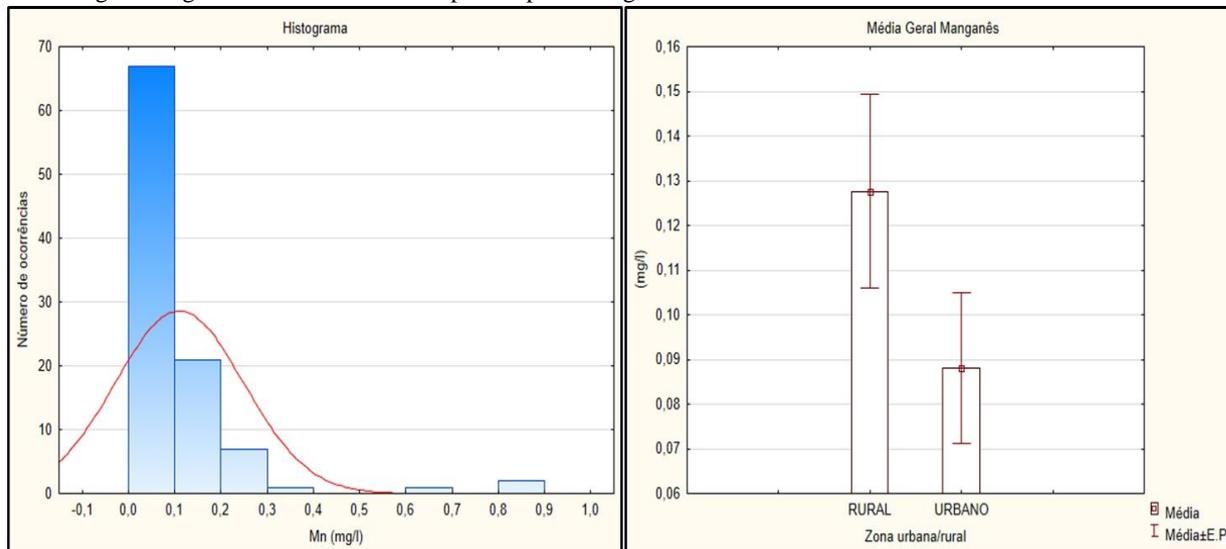
Fonte: Elaboração da autora.

Figura 32 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Ferro.



Fonte: Elaboração da autora.

Figura 33 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Manganês.



Fonte: elaboração pela autora.

Conforme o Quadro 9, sumário estatístico das análises realizadas das águas subterrâneas para a área de estudo (Município de Chapecó-SC), a presença de coliformes fecais *Escherichia coli* foi positiva para 11 poços, sendo 8 para a zona urbana (P65, P67, P68, P69, P70, P90, P92 e P97) e 3 para a zona rural (P20, P24 e P40), e para coliformes totais, dos 105 poços analisados 56 apresentaram contaminação, sendo 27 para a zona urbana e 29 para a zona rural. Tais poços estão em desacordo com referência à qualidade da água para consumo humano conforme Portaria 2914 de 2011 MS. Para a zona urbana os valores de coliformes fecais *Escherichia coli* variaram de 1,0 a 155,3 NMP/100m/L, e para a zona rural de 2,0 a 45,5 NMP/100m/L. Para os coliformes totais a variação na zonal urbana e rural foi de 1,00 a 2.419,6 Unidade (limite máximo de medição conforme método empregado); já a média na zona urbana ficou em 121,02 NMP/100m/L e para a rural em 151,35 NMP/100m/L conforme Figura 34, Histograma para *Escherichia coli*.

Conforme o resultado apresentado fica evidente que para a zona urbana o número de poços e o grau de contaminação são maiores, o que se justifica devido à falta de saneamento básico na malha urbana, da qual atualmente somente 40% possui sistema de coleta de esgoto, recentemente instalado (CASAN, 2014). Além disso, a grande concentração da população colabora para a produção de esgotos domiciliares, o que afetaria a qualidade da água (CARASEK, 2011). Para o restante da zona urbana bem como rural a forma mais comum de descarte de dejetos e esgotos domésticos é através de fossas negras, sépticas e sumidouros que por muitas vezes são subdimensionadas, saturando o solo em sua volta com contaminantes e por consequência infiltrando através de fraturas até a zona saturada de água subterrânea, e atingindo os aquíferos mais vulneráveis.

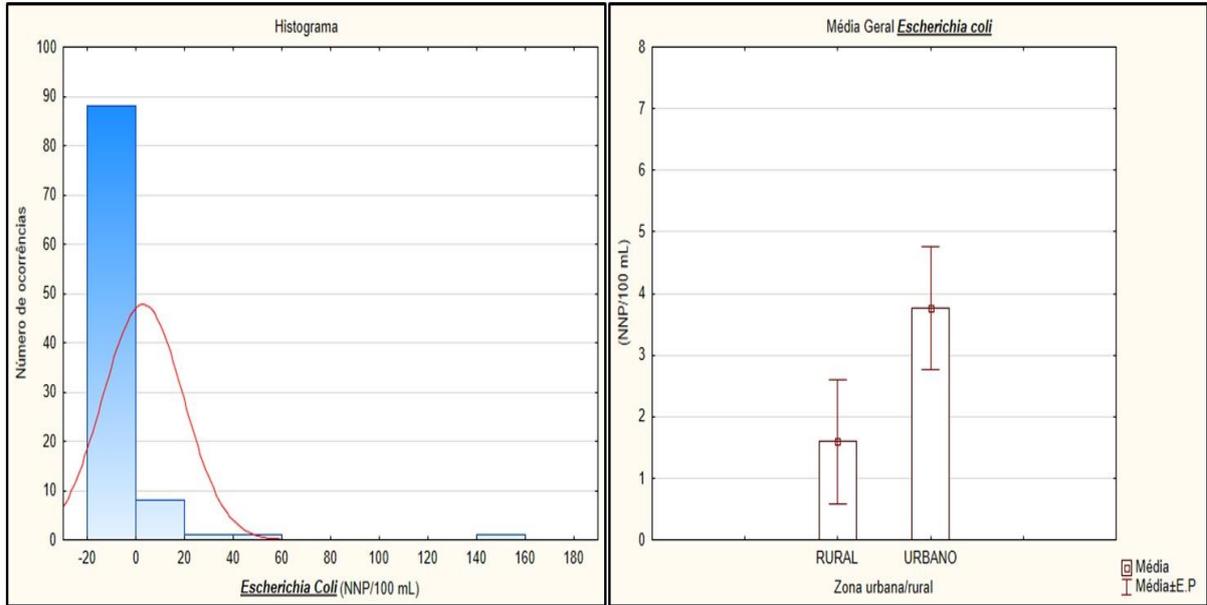
Geldreich (1998) afirma que água de escoamento superficial é o principal fator que modifica a qualidade microbiológica dos recursos hídricos superficiais, e por consequência gerando riscos à saúde humana. O fato de 11 poços terem apresentado *Escherichia coli*, é muito preocupante, pois destes, 7 são comunitários, onde a principal utilização é para consumo humano, e os outros 4 poços são particulares, e nenhum deles possui sistema de tratamento, ou seja, a água é utilizada de forma in natura. Para a zona rural, apesar de somente 3 amostras terem acusado a presença de *Escherichia coli*, alerta-se para o monitoramento constante pois na área rural de Chapecó na grande maioria das propriedades a agropecuária prevalece, com a criação em confinamento de aves, suínos, gado de corte e leite além das áreas de

plântio: todas estas práticas geram insumos como dejetos animais para os quais por muitas vezes não há o descarte ou reutilização de forma consciente/adequada, de modo que o risco de contaminação dos solos, rios, lagos e por consequência as águas subterrâneas pode ocorrer.

Os microrganismos patogênicos podem sobreviver no solo por períodos de dias, meses e até anos, pois possuem em seu ciclo de vida formas de resistência que os protegem dos efeitos adversos do ambiente, motivo pelo qual podem ser carregados juntamente com as águas superficiais até atingirem as zonas saturadas das reservas hídricas subterrâneas.

Outro fato que desperta o grande cuidado com as águas subterrâneas da zona rural e a relação com coliformes é o uso indiscriminado de antimicrobianos na produção animal em confinamento, o que tem desencadeado o aumento de microrganismos resistentes, os quais podem ser transportados para as águas superficiais e subterrâneas e, por conseguinte utilizada no uso de lavagem de alimentos (frutos, vegetais, grãos) e sistemas de armazenamento de laticínios que em seguida são revendidos no mercado local rural e urbano de forma in natura. Em caso de contaminação da água por coliformes, estes podem se tornar potenciais contaminantes em larga escala, isso sem levar em consideração alguns tipos de vírus que não foram abordados nesta pesquisa e que podem também percolar e atingir as águas subterrâneas, explicando, por exemplo, casos de hepatite em pessoas que consomem água de poço na zona rural (BERTONCINI, 2008).

Amostras de *Escherichia coli* resistentes a antimicrobianos têm sido observadas em águas subterrâneas (McKeon et al., 1995; Gallert et al., 2005), rios (Webster et al., 2004) e esgoto (Reinthal et al., 2003). Assim, o tratamento e a destinação final de efluentes na zona rural e urbana são de extrema importância para evitar problemas de contaminação das águas subterrâneas. Conforme Nanni (2014) a ocorrência de contaminações potenciais do SASG para a área de estudo é alta devido ao perfil econômico e agroindustrial, além do crescimento populacional que acompanha o desenvolvimento econômico da região.

Figura 34 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para *Escherichia coli*

Fonte: Elaboração da autora

Em nossa pesquisa buscamos analisar as concentrações de NO_3^- , com resultado positivo para todos os 100 poços do Aquífero Serra Geral (Figura 35), tendo maior concentração para a zona urbana com média de 3,06 mg/L e 1,56 mg/L para a zona rural. Conforme os resultados, nenhuma das amostras extrapolou o limite máximo permitido conforme regulamentação do Ministério Saúde, Portaria 2914 de 2011, que estipula para uso humano concentrações de até 10mg/L. Pesquisas realizadas na área ambiental (SANTOS, 1997) afirmam que concentrações acima de 5,0mg/L em águas subterrâneas podem ser indicativas de problemas de contaminação antrópica, e que concentrações mais baixas são vistas de forma natural devido à decomposição de compostos orgânicos. Alaburda e Nishihara (1998) consideram que concentrações acima de 3,0mg/L de NO_3^- em amostras de água já são indicativas de contaminação por atividades humanas, onde há desequilíbrio ambiental. Os poços que apresentaram valores acima de 5,0mg/L foram 6 para a zona rural e 12 para a zona urbana, e 37 poços (37%) apresentaram concentrações acima de 3,0mg/L, sendo 28 na zona urbana e 9 na rural.

A zona urbana demonstra o quão alterado o ambiente se apresenta conforme resultados de NO_3^- , fato explicado devido aos problemas urbanos como o excesso de fossas negras e a falta de sistema de captação de esgoto em 60% da área urbana (CASAN, 2014), além de problemas de vazamentos e subdimensionamento dos sistemas de tratamento de esgoto residenciais e industriais, onde águas com alta carga de nutrientes são despejadas em ambientes naturais saturando rios e solos, e conseqüentemente há a contaminação das águas superficiais, as quais infiltrarão no subsolo sem a devida filtragem mecânica e química natural adequada, atingindo as águas subterrâneas. Outro fator refere-se à alta solubilidade do NO_3^- e a baixa retenção do mesmo no solo, colaborando diretamente para o aumento da concentração em águas subterrâneas. Carasek (2016) e Nicolai (2001) apresentaram resultados referentes ao NO_3^- que vêm ao encontro dos nossos e corroboram para o preocupante perfil atual das águas subterrâneas no município e especialmente na zona urbana de Chapecó, onde o NO_3^- torna-se um parâmetro importante para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos.

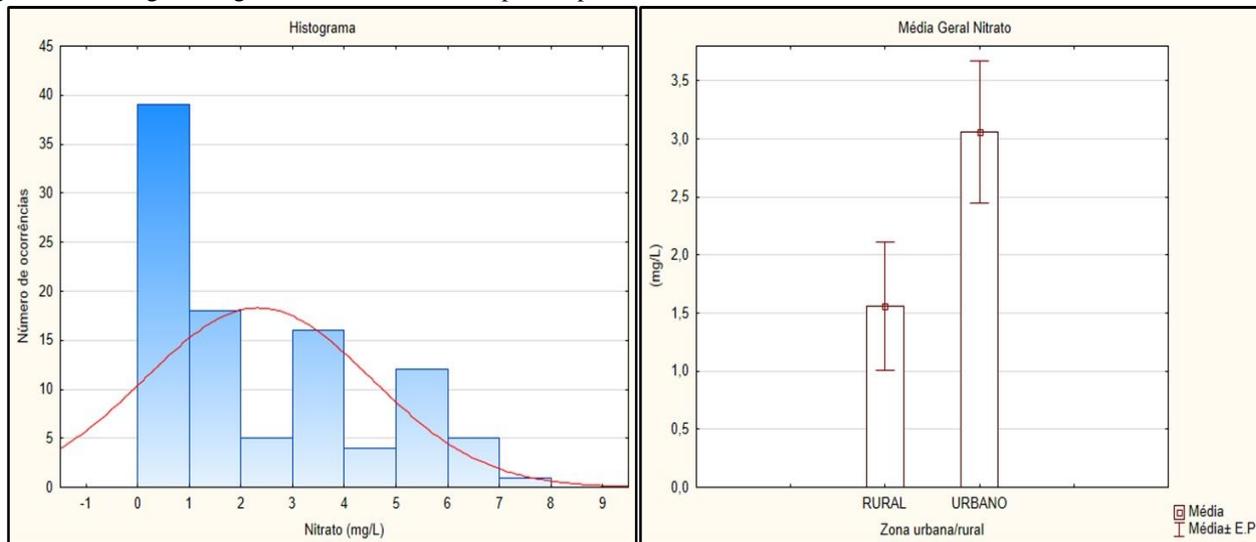
Os poços que apresentaram NO_3^- acima de 5,0mg/L na zona rural possuem uma relação referente à distância de criação de animais em confinamento e agentes de risco de contaminação, onde a maior distância é de 50 metros, exceto para o P40 (P2 = chiqueiro a 25m; P8 = aviário a 20m; P14 = chiqueiro a 50m; P20 = área de

manancial/banhado a 5m; P21 = aviário a 20 m/lavoura a 40m; P40 = área sem agentes visíveis no entorno imediato). A produção animal em confinamento em nossa região é uma prática setorial econômica, tal segmento gera rejeitos como dejetos cujo descarte e reutilização são feitas de forma inadequada em grande parte dos casos.

Outro agravante é a falta de zonas ripárias e o uso de fertilizantes nitrogenados nas lavouras, pois, quando aplicados tais insumos no solo, o excesso pode ser lixiviado e conseqüentemente atingir áreas de infiltração e de recarga de aquíferos bem como córregos e rios no entorno.

A falta de mata ciliar e cobertura vegetal no entorno de áreas de plantio torna-se um agravante para o aumento da concentração de compostos nitrogenados nas águas subterrâneas, devido ao fato de não ocorrer a fixação pelas raízes de plantas, além de facilitar a lixiviação do excesso no solo, infiltrando-se juntamente com a água devido à alta mobilidade principalmente do NO_3^- (JU et al., 2006). A saturação do solo por compostos nitrogenados colabora diretamente para o aumento de NO_3^- nas águas subterrâneas, pois a filtração natural ocorre pelo solo e quando saturado o processo de filtração acaba sendo ineficaz (CARASEK, 2016).

Figura 35 - Histograma e gráfico da média e desvio padrão para Nitrato.



Fonte: Elaboração da autora

6.4.1.2 Glifosato

Buscamos analisar os principais poços vulneráveis a possíveis contaminações ocasionadas por pesticidas (poços localizados em lavouras), sendo selecionados 25 poços da zona rural para análises de glifosato, todos do SASG. Apesar do método empregado, através de Cromatografia líquida de alta eficiência, não quantificamos/detectamos glifosato nas amostras analisadas. Mas conforme outros estudos, como Olivo et al (2015), para o mesmo território pesquisado, de 13 (treze) poços avaliados o glifosato foi detectado em 5 (cinco), sendo que a maior concentração de glifosato encontrada foi de $6,80 \mu\text{gL}^{-1}$ em um poço localizado na zona rural. Apesar de não detectado o glifosato em nossa pesquisa, é preocupante o aparecimento destas moléculas em amostras de águas subterrâneas (OLIVO et al 2015) considerando a baixa mobilidade desta molécula no solo.

No método empregado em nossa pesquisa, o limite de detecção e quantificação foi para a busca do analito conforme comparação com a Portaria 2914 de 2011 do MS, onde o máximo tolerável é de $500 \mu\text{gL}^{-1}$, mas a ocorrência do glifosato em nossas amostras pesquisadas em concentrações mais baixas que o nosso limite de detecção é possível. Outro fato relevante é o tempo de meia vida em cerca de 50 a 70 dias do agroquímico em água (Sanchís, et al, 2011); desta forma, caso tenha sido aplicado o herbicida em um prazo maior que 50 dias, o risco de não ter sido detectado pela degradação da molécula até o processo de preparação e análise da amostra não deve ser negligenciado.

Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos Agrícolas - SINDAG (2016), os herbicidas lideram o consumo no Brasil junto com os inseticidas. A a região oeste do estado de Santa Catarina possui grande produção agrícola, em áreas que permeiam os centros urbanos e muitas vezes não respeitam as faixas marginais de córregos e nascentes, podendo assim disseminar as moléculas de compostos químicos para os meios aquáticos, e apesar do glifosato ter baixa mobilidade em solo sua mobilidade em água é considerada alta. De forma geral, ainda não há muito que se conhecer dos efeitos toxicológicos do glifosato ao organismo humano, mas vários estudos trazem resultados de toxicidade em mamíferos, como exemplo toxicidade hepática em mamíferos (MESNAGE et al 2017), reprodutiva (PEREGO et al 2016) e neurotoxicidade (CATTANI et al 2014). Devido à falta de divulgação de estudos que comprovem os efeitos deletérios ao organismo humano normalmente é negligenciada no ato da aplicação do herbicida a utilização de equipamentos de proteção individual, Por outro

lado, devido ao herbicida apresentar custo relativamente baixo, normalmente é utilizado de forma exacerbada, gerando efeitos negativos ao ambiente após o uso prolongado (SOUZA, et al, 1999).

6.4.1.3 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos- BTEXs

A contaminação de solo e de águas subterrâneas por vazamento de sistemas de armazenamento subterrâneo de combustíveis em postos de revenda tem sido uma grande preocupação, pois é uma das maiores ameaças ao ambiente devido a sua cadeia produtiva existir riscos de vazamentos. No Brasil a Portaria MS 2.914/2011 que define o padrão de potabilidade da água para consumo humano, atualmente preconiza somente o benzo(a)pireno como umas das substâncias que devem ser analisadas semestralmente de forma obrigatória por concessionárias e empresas de abastecimento público de água em todo o Brasil (BRASIL, 2011). Outro dado importante e preocupante é a falta de dados de mapeamento de áreas contaminadas/conhecimento do tipo de poluentes e o real risco de exposição da população a tais agentes. Para o município de Chapecó o cenário não é diferente, desta forma buscamos avaliar a qualidade da água subterrânea da área de estudo, onde incluímos 25 poços da zona urbana para análises de BTEX (Hidrocarbonetos monocromáticos – benzeno, tolueno, etilbenzeno, o-xileno, m-xileno, p-xileno). A escolha dos poços foi direcionada a locais com grande potencial para possível contaminação por derivados de petróleo (BTEXs), ou seja, poços inseridos dentro de áreas onde existe mecânicas e postos de combustíveis ou próximos destas áreas.

Para os 25 poços não foram quantificados e ou detectados nenhum tipo de contaminação, visto como positivo, pois nossa curva de calibração foi desenvolvida de forma extremamente acurada e com sensibilidade apurada onde concentrações de até 2 ppb era possível detectar. Apesar de os resultados não apresentarem nenhum traço de derivados do petróleo ressaltamos que a vigilância e monitoramento destas áreas é de suma importância para futuros estudos, buscando analisar amostras de solos no entorno, pois vazamentos de pequena proporção normalmente ficam retidos no solo que por consequência liberam vapores que podem se expandir e ser liberados na atmosfera e na ocorrência de precipitações atingir águas superficiais e subterrâneas não especificamente no local do derramamento dos combustíveis. A fase vapor possui entre os variados hidrocarbonetos de cadeia curta o benzeno que é extremamente tóxico (ANJOS, 2015), pois se trata de uma substância comprovadamente carcinogênica que quando inalado em

um período curto, mas de forma aguda pode levar até a morte (BRITO *et al.*, 2005).

É de suma importância o monitoramento destas áreas de forma contínua, pois tais áreas colocam em risco à saúde humana e o acompanhamento pode reduzir problemas de contaminação ambiental e saúde pública, o conhecimento destas áreas de risco e o entendimento dos impactos que os derivados do petróleo podem gerar tanto para o meio ambiente quanto a organismos vivos colaboram para tomada de decisões e intervenções adequadas dos órgãos fiscalizadores preconizando assim a prevenção do que a remediação após o dano ocorrido por vazamentos.

6.4.2 Diagrama de Piper Para Águas do Sistema Serra Geral – SASG

O diagrama de Piper (Figura 36) definiu a distribuição das águas do SASG, onde as informações foram apresentadas em mg/L dos microcomponentes iônicos.

Perfazendo 96% das amostras analisadas, as águas bicarbonatadas são a principal característica do SASG, com teor médio de bicarbonato de 68,23 mg/L, e valores para os 100 poços entre 0,00 e 173,20 mg/L. Correspondem a águas que apresentam pouco tempo de residência, com recarga relacionada às precipitações pluviométricas através do manto de intemperismo (ATHAYDE, 2013).

Das 100 amostras coletadas do SASG a classificação apresentou-se com 38% de bicarbonatadas sódicas. Em águas superficiais o sódio é frequentemente atribuído a contaminações antrópicas, o que pode ocorrer em alguns poços pouco profundos, cujo tempo de residência das águas é menor em face de sua constante renovação. Águas bicarbonatadas sódicas encontradas no SASG também sugerem a conexão com o SAG, entretanto é importante salientar que para a área de estudo isso é pouco provável, pois o nível estático dos poços do SAG para a área de estudo está em torno de 350 metros (CARASEK, 2016). Isso dificultaria o processo de mistura e alteração na composição química do SASG, apesar de que poços profundos que atingem o SAG possuem sua água modificada devido a entradas de água do SASG que não foram isoladas. Outra fonte provável do sódio pode ocorrer a partir de minerais do grupo das zeólitas (ATHAYDE, 2013), presentes em pequenas proporções nas rochas basálticas, como a analcima onde o Na corresponde a cerca de 14,08% da sua composição (MACHADO *et al.*, 2017).

Para 33% das amostras a classificação foi como bicarbonatadas cálcicas (concentração média de cálcio 17,70 mg/L). Estão diretamente relacionadas ao arcabouço químico-mineralógico do aquífero, pois reflete a remoção do cálcio dos plagioclásios e minerais ferromagnesianos dos basaltos (MACHADO, et al, 2017). A solubilidade do Ca^{2+} em águas naturais está vinculada à presença de espécies carbonáticas dissolvidas como H^2CO^3 , HCO^3^- e CO^2 como produtos da hidrólise dos silicatos dos basaltos.

Na sequência apresentam-se com 25% de águas bicarbonatadas mistas, que englobam desde bicarbonatadas cálcio–magnesianas a bicarbonatadas cálcio–sódicas, até somente 2% de sódicas cloretadas (P57, inserido em área de posto de combustíveis e a 20 metros de lava-car e P81, a 10 metros de lava-car) e 1% (P85) para sódicas mistas. Para as duas últimas classificações é provável uma alteração hidroquímica de efeito antrópico como a ocorrência de contaminação por esgotos ou produtos utilizados em sistemas de limpeza (detergentes e desengraxantes químicos). Segundo Feitosa e Manoel Filho (1997), a água subterrânea, ao lixiviar os solos e as rochas, enriquece em sais minerais em solução, provenientes da dissolução dos seus minerais.

6.4.3 Classificação das águas do Sistema Aquífero Serra Geral - SASG para Irrigação

“A avaliação da qualidade da água para fins de irrigação foi obtida pela aplicação do diagrama que relaciona a razão de adsorção de sódio (RAS) com a condutividade elétrica da água, indicando os riscos potenciais de sódio e salinidade” (ATHAYDE, 2011, p.1018).

Na área de estudo, ocorre a presença de rochas vulcânicas ácidas e básicas da Formação Serra Geral e o aquífero é do tipo fissural. Essas rochas apresentam uma variedade mineralógica, fornecendo minerais fontes para a água subterrânea. A constituição geológica de um aquífero determinará a qualidade da água, a capacidade de armazenamento e movimentação da água ao meio, (AUZANI, 2010).

Em geral as águas analisadas possuem baixa CE e baixo teor em Sódio, o que permite que sejam utilizadas na irrigação, sem problemas. Esses baixo Sódio e CE são típicos do SASG em áreas mais próximas da recarga, com menor tempo de percolação (quanto mais a água percola mais enriquece em sais e com isso aumenta a CE). A influência do SAG também pode prejudicar, pois ele é mais rico em sais. “A água de salinidade baixa pode ser utilizada para a irrigação da maior parte das culturas em qualquer tipo de solo, com muito pouca probabilidade de provocar salinização” (AUZANI, 2010, p. 114).

O diagrama da Figura 37 mostra a qualidade da água para irrigação, utilizando as amostras de água subterrânea coletadas nos 100 poços tubulares. Desses, observa-se que:

- 19 poços têm risco de salinização nulo (C0-S1), com valores de condutividade abaixo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Devido à escala do gráfico, estas amostras não estão representadas.

- 55 poços têm riscos de sódio baixo e risco de salinização baixo (C1-S1).

- 17 poços possuem risco de sódio baixo e de salinização médio (C2-S1).

- 9 poços possuem valores de sódio ou salinidade que indicam restrições.

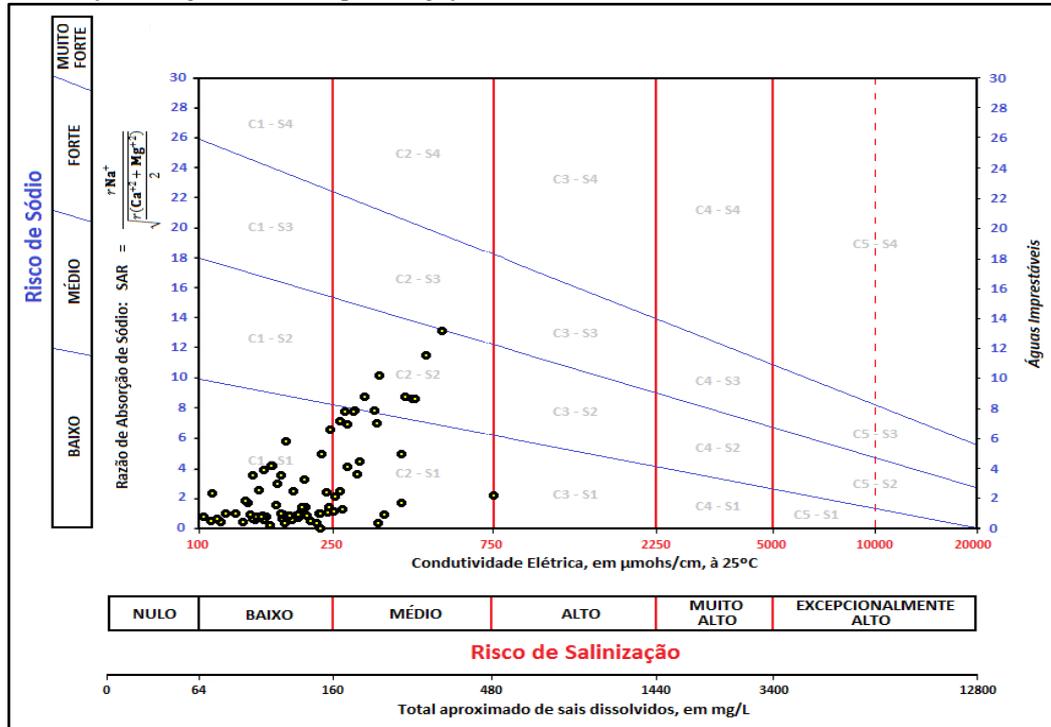
Estes poços estão distribuídos da seguinte maneira:

- 8 poços têm risco de sódio médio e risco de salinização médio (C2-S2): P88, P87, P86, P84, P83, P80, P29, P12.

- 1 poço tem risco de sódio alto e de salinização de médio (C2-S3): P65.

Importante destacar que o uso da água subterrânea para irrigação é muitas vezes limitado pelos efeitos adversos ao solo e plantas, relacionados à presença de substâncias dissolvidas na água, associados à salinidade total da água e ao conteúdo de sódio em solução, (ATHAYDE, 2011).

Figura 37 - Classificação das águas do SASG para Irrigação.



Fonte: Elaboração da autora

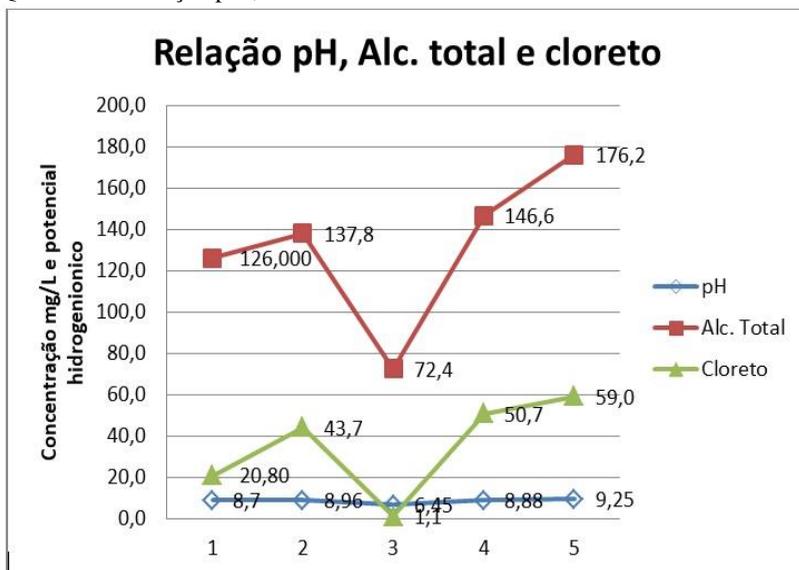
6.4.5 Qualidade da Água no Sistema Aquífero Guarani – SAG

6.4.5.1 Indicadores físico-químicos

Em nossa pesquisa incluímos 5 poços do Sistema Aquífero Guarani, reserva hídrica que em nossa região é ainda pouco explorada, devido à profundidade e dificuldade de atingir a Formação Botucatu, implicando em um alto custo de perfuração, economicamente inviável para o setor agropecuário e para o consumo humano. Desta forma, as informações do SAG de nossa região ainda precisam ser exploradas e discutidas. Com referência à dificuldade de se perfurar poços no SAG em nossa região, dos 5 poços amostrados, somente 1 é de uso coletivo e para consumo humano, o restante para a área agroindustrial.

De forma geral a qualidade das águas do SAG para a área de estudo demonstram-se satisfatórias para o uso coletivo humano. Para o pH, o mínimo foi de 6,45 (P3), máximo de 9,25 (P5) e a média geral de 8,45. Para Cl⁻ a concentração nas amostras foi branda, com mínimo de 1,1mg/L (P3) e máximo de 59,0mg/L (P5) e média geral de 35,07mg/L. A alcalinidade total mínima foi de 72,4mg/L (P3) e máxima de 176,2mg/L (P5) com média geral de 131,8mg/L. Analisamos a concentração de SO₄²⁻ nas amostras que apresentaram concentrações de <5,00mg/L (P3), máxima de 134,7 (P4) e média geral de 113,63mg/L. O Na foi encontrado nas amostras e apresentou o mínimo de 0,7mg/L (P1) e máximo de 176,00 mg/L (P4 e P5). O Quadro 10 representa uma simulação da relação entre pH, alcalinidade Total e cloreto em poços do SAG.

Quadro 10 - Relação pH , Alcalinidade Total e cloreto



Fonte: Elaboração da autora

Os resultados demonstram que o recurso hídrico se refere ao aquífero confinado pois o pH do SAG demonstra um aumento em relação à profundidade do topo do aquífero. Observa-se que conforme o pH aumenta, alcalinidade total e cloretos acompanham de forma exponencial. Para o P3 os resultados apresentaram-se totalmente desalinhados com as características hidroquímicas do SAG, gerando a suspeita de que a perfuração não tenha atingido efetivamente o SAG, pois a altitude da boca do poço é de 731 metros e sua profundidade total é de somente 840 metros, e para o município de Chapecó-SC os dados existentes induzem ao entendimento que seria necessário para esta localidade a perfuração mínima de 1.100 metros. Diante dos resultados apontamos também para o fato de que o SO_4^{2-} para o P3 acusou concentração menor que 5mg/L, enquanto para tal ânion normalmente são encontrados acima de 50mg/L no SAG. Outra hipótese é da possibilidade da mistura das águas do SASG com o SAG, alterando drasticamente as suas características hidroquímicas.

A presença de Cl^- refere-se a minerais como halita (NaCl) e silvita (KCl), que possuem alta solubilidade e podem ser os responsáveis pela liberação deste ânion nas águas profundas do SAG (FREEZE; CHERRY, 1979).

Para o íon SO_4^{2-} diversos minerais podem ser responsáveis pela liberação ocorrida por dissolução. Os minerais gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e anidrita (CaSO_4) são os mais comuns dos minerais sulfatados. Entretanto, por ocorrerem geralmente em pequena quantidade no SAG, se torna necessário um maior tempo e profundidade de percolação para que o SO_4^{2-} se torne o ânion predominante (HISCOCK; BENSE, 2014; CETESB, 2001; SILVA, 1983).

Com relação ao Na, a sua presença está relacionada à abundância deste metal alcalino no meio ambiente e sua solubilidade alta em água. Desta forma o processo de infiltração das águas desde o solo até a percolação pela formação dos aquíferos enriquece e aumenta a concentração deste sal no recurso hídrico, além da ampla distribuição nos minerais fontes (CUSTÓDIO, 1976).

6.4.5.2 Indicadores Microbiológicos

Os resultados para coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) e totais das amostras dos 5 poços do SAG apresentaram valores negativos (ausência desses microorganismos), atendendo assim a Portaria 2914 de 2011 do MS. Os resultados eram esperados, pois o SAG possui uma barreira física que colabora para a filtragem mecânica e química das águas devido ao comprovado confinamento pelas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral em toda a área de estudo. Tal resultado é de suma importância, pois demonstra que apesar da exploração do SAG com a abertura de poços de forma inadequada ainda não ocorre a contaminação por coliformes. De forma geral percebe-se a falta de comprometimento e preocupação com a preservação da qualidade das águas do SAG, pois atualmente os poços perfurados não utilizam do método de lacramento das entradas superiores de água do SASG - por tornar-se oneroso financeiramente devido a quantidade de revestimento necessário. Tal prática abre precedentes para a contaminação do SAG, pois como constatamos, cerca de 50% dos poços do SASG apresentam problemas de coliformes totais, e cerca de 10% dos mesmos por coliformes termotolerantes.

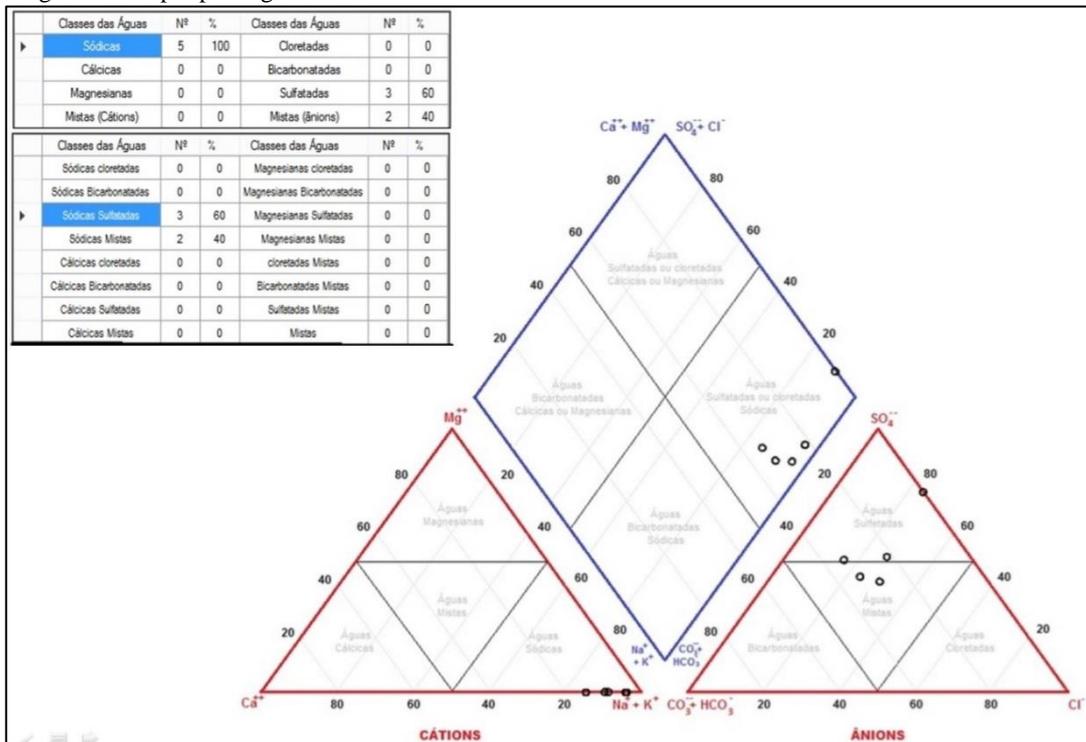
A importância do estudo do SAIG/SG de forma detalhada na região oeste de Santa Catarina é de caráter político/ambiental, pois atualmente a grande exploração das águas subterrâneas na região se dá de forma desordenada, sendo o SASG a principal fonte de abastecimento (SCHEIBE; HIRATA, 2008). Sem a compreensão do sistema as águas subterrâneas continuarão sendo exploradas sem a

devida atenção e responsabilidade para a proteção de um bem finito e importante para o futuro das gerações.

6.4.6 Diagrama de Piper para águas do Sistema Aquífero Guarani – SAG

Conforme a classificação para o tipo da água para os 5 poços tubulares profundos do SAG, o Diagrama de Piper (Figura 38) classificou-as no grupo de águas sódicas, subdividindo-as em 3 amostras como sódicas magnesianas sulfatadas e 2 amostras como sódicas magnesianas mistas. Em relação aos íons, 60% das amostras foram identificadas como sendo águas sulfatadas e 40% mistas (ânions).

Figura 38 - Diagrama de Piper para águas do SAG



Fonte: Elaboração da autora

O diagrama da Figura 39 identifica a qualidade da água para irrigação utilizando as amostras de água subterrânea coletadas nos 5 poços tubulares do SAG. Desses, observa-se que:

Os 5 poços possuem valores de sódio ou salinidade que indicam restrições. Estes poços estão distribuídos da seguinte maneira:

- Um poço tem risco de médio sódio e baixo risco de salinidade. Para P3, a concentração de sódio foi de 158 mg/L com CE de 159,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (C1-S2).

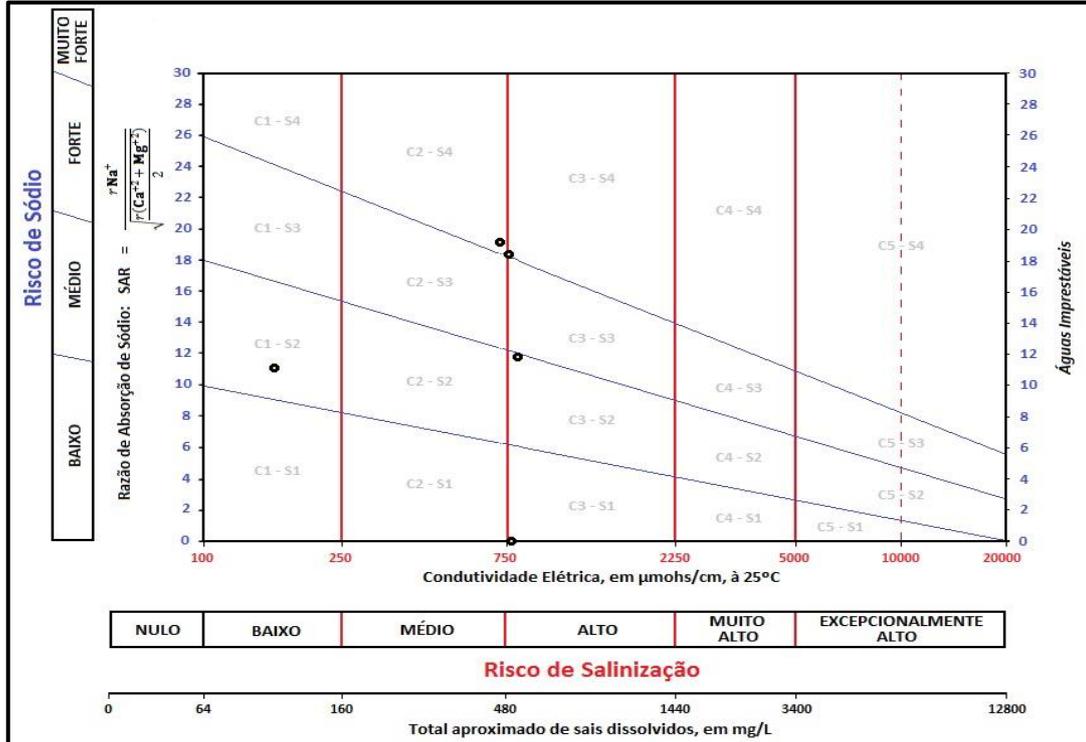
- Um poço com 21 mg/L de sódio, tem risco de sódio muito alto e médio risco de salinidade (C2- S4), (P4)

- Um poço com condutividade entre 750 à 2.250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tem risco de salinidade alto (C3- S1), (P1). Para tal poço a CE apresentou-se em 766 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- Um poço, (P2) apresentou risco de sódio médio e risco de salinização alto, com CE em 798 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e para o cátion sódio 158 mg/L (C3S2).

- Um poço tem risco de salinidade alta e risco de sódio muito alto. Para sódio a concentração foi de 176 mg/L com CE em 754 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (C3-S4), (P5)

Figura 39 - Classificação das águas do SAG para Irrigação



Fonte: Elaboração da autora

6.5 ANÁLISE DA VULNERABILIDADE DE CONTAMINAÇÃO – MÉTODO GODS

Os valores dos índices de cada parâmetro foram atribuídos de acordo com a metodologia descrita em Foster et al. (2006), sendo que quanto maior o valor, maior a vulnerabilidade. O Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina (CPRM, 2012) estabelece o Sistema Aquífero Serra Geral na região de Chapecó como livre a semiconfinado, sem distinção entre essas áreas. Dessa forma, para estabelecimento dos índices de vulnerabilidade para este parâmetro, pode-se utilizar como alternativa a descrição das unidades hidrogeológicas divididas em:

- Aquíferos fraturados de maior potencialidade (af1_2): que apresentam as maiores vazões na área, sendo de grande importância hidrogeológica e, portanto, possuem maior vulnerabilidade.
- Aquíferos fraturados de menor potencialidade (af3): que apresentam vazões intermediárias e são localmente vulneráveis.
- Aquíferos locais e limitados (app): com menores vazões, e menor importância local, com menor vulnerabilidade.

Foram atribuídos os valores dos índices de acordo com a Tabela 6:

Tabela 4 - Valores dos índices para diferentes aquíferos

Unidade Hidrogeológica	Valor do índice
Aquíferos fraturados de maior potencialidade (af1_2)	1
Aquíferos fraturados de menor potencialidade (af3)	0,8
Aquíferos locais e limitados (app)	0,6

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Foster et al. (2006).

Para o Parâmetro Ocorrência do Estrato de Cobertura, Foster et al. (2006) estabelecem que o estrato de cobertura corresponde à litologia e/ou grau de consolidação do aquífero em relação à sua zona vadosa. No caso do Sistema Aquífero Serra Geral, por sua litologia composta por rochas vulcânicas da Formação Chapecó e Formação Paranapanema, foi atribuído o valor 0,7 como índice, de acordo com os valores propostos pelos autores supracitados.

Para o Parâmetro distância (profundidade) até o lençol freático foram considerados os valores de nível estático (NE) de 100 poços no Sistema Aquífero Serra Geral, que foram interpolados de acordo com o

método Inverso Quadrado da Distância, com raio de 100 metros. Atribui-se a menores profundidades maiores valores de vulnerabilidade. Os valores dos índices atribuídos podem ser visualizados na Tabela 7:

Tabela 5 - Parâmetro distância (profundidade)

Profundidade (nível estático, em metros)	Valor do índice
<5 metros	0,9
5 a <20 metros	0,8
20 a 50 metros	0,7
> 50 metros	0,6

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Foster et al. (2006).

O Parâmetro Solo (S) no método GODS avalia os valores de índice do solo de acordo com sua textura, sendo solos mais argilosos com menores valores (menor vulnerabilidade) e solos arenosos mais vulneráveis. Foi utilizado para a área de estudo o mapa da EMBRAPA (2004) Solos do Estado de Santa Catarina. Ressalta-se que de acordo com Foster et al. (2006), as argilas expansivas possuem índice de vulnerabilidade maior. A área de estudo compreende solos com textura argilosa a muita argilosa, sendo que os solos argilosos correspondem a Cambissolos com argilas de alta atividade (Ta), expansíveis. A textura muito argilosa corresponde a Nitossolos e Latossolos, com argilas de baixa atividade (Tb) não expansivas. Os valores atribuídos para a área de estudo podem ser visualizados na Tabela 8:

Tabela 6 - Parâmetro Solo

Textura do solo	Valor do índice
Pouco espessa/ausente	1
Argilosa (expansiva)	0,95
Muito argilosa (não expansiva)	0,5

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Foster et al. (2006).

Para o cálculo da vulnerabilidade, os índices de cada parâmetro foram atribuídos aos seus respectivos polígonos no *software* QGIS (versão 2.18) e posteriormente rasterizados (com exceção do parâmetro Profundidade, já interpolado em formato raster). Os rasters resultantes foram multiplicados na ferramenta Calculadora de Campo do QGIS. O

raster resultante foi classificado por cores de acordo com os valores de vulnerabilidade descritos em Foster et al. (2006), de acordo com a Tabela 9:

Tabela 7 - Classificação da vulnerabilidade

Valor resultante	Vulnerabilidade do aquífero
0,1 – 0,3	Baixa
0,3 – 0,5	Média
0,5 – 0,7	Alta
0,7 – 1	Extrema

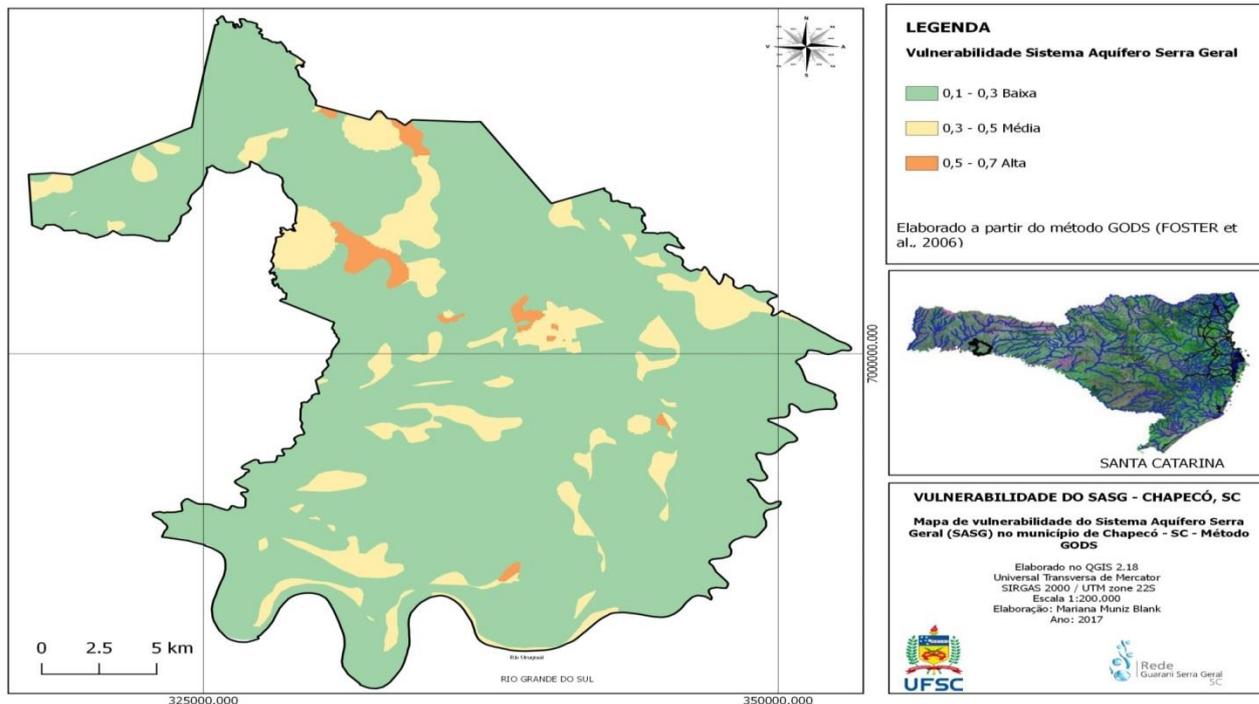
Fonte: Elaboração da autora, a partir de Foster et al. (2006).

O mapa de vulnerabilidade para o SASG em Chapecó (Figura 40) mostra na cor laranja, vulnerabilidade alta, isto porque nessas regiões há uma fina camada de solo e o nível d'água está muito próximo da superfície, e onde também, os solos são menos argilosos, o que equivale a maior índice de vulnerabilidade. A avaliação da vulnerabilidade de um aquífero à contaminação tem sido determinada pelo mapeamento de áreas mais suscetíveis a isso, para que as atividades humanas e econômicas não o afetem, (AUZANI, 2010).

Já com a cor amarela, as áreas em que a vulnerabilidade do SASG apresenta-se como média, os solos são mais argilosos, o que corresponde ao médio risco de contaminação. A grande maioria do território municipal representado pela cor verde (Figura 40), o SASG encontra-se com a vulnerabilidade baixa, por possuir solos muito argilosos e pela profundidade dos poços serem maiores também.

Quanto às áreas com vulnerabilidade alta (laranja), é possível observar que o pequeno percentual está disposto de maneira igual no urbano como no rural, salientando que a mancha no rural localiza-se na bacia de captação de água para abastecimento público; da mesma forma, apresenta-se as manchas com vulnerabilidade média (amarelo).

Figura 40 - Vulnerabilidade para o SASG em Chapecó-SC



Fonte: Elaborado a partir do método GODS (FOSTER et. Al, 2006) por Mariane Muniz Blank

6.6 SEÇÕES ESTRATIGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ – SC

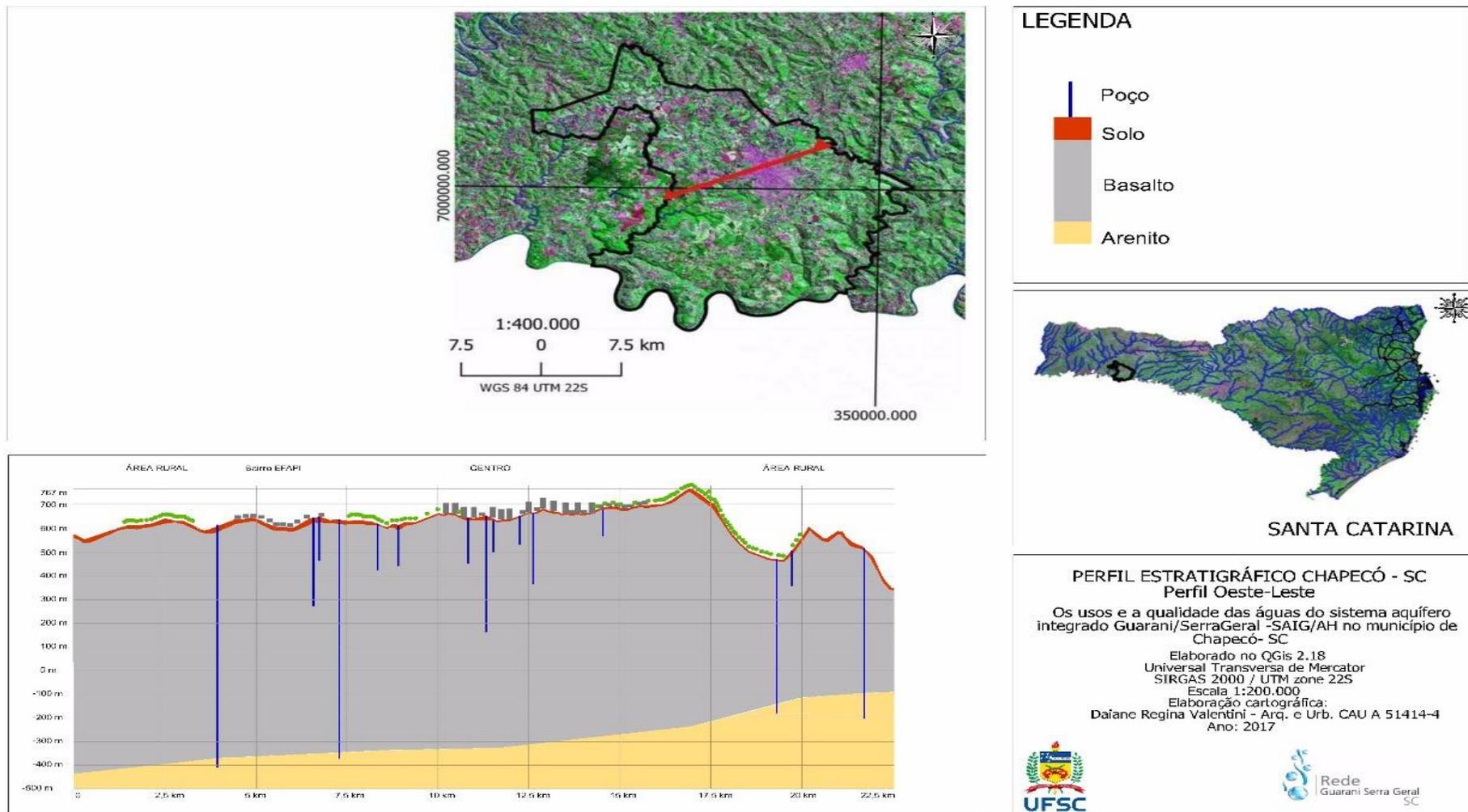
A Figura 41 apresenta um perfil estratigráfico com alguns poços pesquisados no sentido leste/oeste do município. Conforme mostra, os poços estão representados pela cor azul, em vermelho o solo, respeitando a cota altimétrica do terreno, em cinza as rochas vulcânicas (Sistema Aquífero Serra Geral) e em amarelo o arenito (Sistema Aquífero Guarani).

Percebe-se a confirmação do Mapa Estratigráfico de Santa Catarina (CPRM, 2012), que quanto mais a oeste do Estado, mais profunda é a cota de topo do SAG e, por conseguinte, mais espessa a camada de rochas vulcânicas do SASG. Dentro dos limites municipais do território pesquisado, ocorre a mesma disposição.

Ressalta-se que além do aumento de profundidade em direção ao centro da bacia, diversos autores relatam a existência de estruturas de grande porte (falhas) que podem estar relacionadas à compartimentação do SAIG/SG e ocasionando as diferenças de profundidade observadas (MACHADO, 2005; DESCOVI FILHO, 2015; HINDI, 2007).

É possível observar no perfil a diferença de profundidade dos poços perfurados, o que em aquíferos fraturados como o SASG é condicionado diretamente pela presença e características das estruturas que permitem a percolação e armazenamento das águas.

Figura 41 - Seção Estratigráfica do Município de Chapecó – SC



Fonte: Daiane Valentini

6.7 GEOSSITEMA, TERRITÓRIO E PAISAGEM - GTP: UM OLHAR PARA O MUNICÍPIO DE CHAPECÓ-SC

6.7.1 As unidades elementares para o município de Chapecó

O geossistema, na perspectiva de Bertrand, deveria apresentar certa homogeneidade fisionômica, uma forte unidade ecológica e biológica e, o mais importante, um mesmo tipo de evolução. Em termos de dimensão espacial, Bertrand aponta que o geossistema teria que ter alguns quilômetros quadrados até algumas centenas de quilômetros quadrados, (FERREIRA, 2010).

Bertrand; Bertrand (2007) destacam que no interior dos geossistemas existem os geofácies, que são setores fisionomicamente homogêneos, “onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral”, com extensão territorial podendo atingir, em média, algumas centenas de metros quadrados. Existe, também, o geótopo, que “pode apresentar dimensões, variando do metro quadrado ou mesmo do decímetro quadrado”. Como exemplos de geótopo, Bertrand cita:

[...] uma diáclase alargada pela dissolução, uma cabeceira de nascente, um fundo de vale que o sol nunca atinge uma face montanhosa, [...] cujas condições ecológicas são muitas vezes muito diferentes das do geossistema e do geofácies dentro dos quais eles se acham (1971, p.9).

Para Bertrand, o inventário tipológico dos geossistemas possui dois panoramas a serem considerados, o tempo (herança histórica dos geossistemas) e o espaço (justaposição dos geossistemas).

Segundo Bertrand (2004), a paisagem poderia ser classificada segundo seis níveis têmporo-espaciais: (I) a zona, (II) o domínio e (III) a região natural (níveis superiores); (IV – V) o geossistema, (VI) o geofácies e (VII) o geótopo (unidades inferiores). Segundo o mesmo autor, é nas unidades inferiores que os fenômenos se materializam, tornando possível a análise.

O método consiste em superar a tradicional indigência da análise temporal (tempo “longo” e tempo “curto” de análise a história, ecossistema “jovem”, “maduro”, etc) baseando-se em dois princípios: definir um “tempo real”, específico do geossistema e de seus diferentes estados e elaborar grades de leitura de múltiplas escalas (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p. 278).

Nosso exemplo de geossistema apresenta a Região Hidrográfica 2 (RH2 – SC) como sendo de Grandeza IV ou V, onde as rochas vulcânicas da formação geológica Serra Geral estão presentes até pelo menos 700m abaixo da superfície pertencente à Bacia do Paraná, o clima classifica-se como subtropical úmido e a biogeografia original é a da Mata Atlântica com araucárias - onde o homem transformou a paisagem pela extração de recursos naturais, pelo uso agropecuário, pelos processos de urbanização.

Para Bertrand; Bertrand (2007) “geossistema é um complexo essencialmente dinâmico num espaço-tempo. Situam-se entre a 4ª e 5ª grandeza têmporo-espacial”. (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p. 19). Trata-se de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados.

É nessa escala do geossistema que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes, ainda segundo Bertrand e Bertrand (2007).

Como geofácies, que equivaleria à Grandeza VI, o extrato a ser analisado seria o município de Chapecó, com relevo acidentado, classificado como planalto, com clima subtropical (Cfa) (classificação segundo Köppen). A biogeografia (incluindo fauna e flora) de Chapecó é classificada como Floresta Ombrófila Mista e podem ser analisadas comparativamente as unidades “topos de morros” e “várzeas” para perceber as características e semelhanças no território municipal e os geofácies, que são as unidades trabalhadas ou moldadas pelo homem: agricultura, criação de animais e a vegetação hoje existente. Bertrand e Bertrand (2007, p. 20) caracterizam geofácies como a “representação de uma pequena malha na cadeia das paisagens que se sucedem no tempo e no espaço no interior de um mesmo geossistema”. Na superfície de um geossistema, os geofácies desenham um mosaico.

Quanto aos geótopos, Grandeza VII, seriam as microbacias no município de Chapecó, a menor unidade a ser trabalhada nessa pesquisa. Os terrenos ou parcelas de terra possuem características onduladas ou são planas como unidade de relevo, onde existem microclimas locais (urbano) devido às interferências humanas, e na biogeografia existem apenas fragmentos dos remanescentes florestais originais (algumas árvores), onde a menor unidade, a do geótopo são as propriedades rurais e urbanas, inseridas no geossistema da RH2. Geótopo é a “menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno”, Bertrand; Bertrand (2007, p. 21). “O espaço revela as partes e a estrutura

dos sistemas enquanto as sequências temporais dos elementos ativos pretendem revelar o processo” (MONTEIRO, 1978, p.61).

A Figura 42 mostra exemplo das unidades elementares (ou inferiores) na escala de tempo-espço, para o município de Chapecó-SC, conforme Monteiro (1978), Bertrand (2004) e Bertrand e Bertrand (2007), onde se destacam as Grandezas IV-V, VI e VII, ou seja, o geossistema, o geofácies e o geótopo.

Bertrand (1972), já afirmava que a cobertura vegetal é tida como o índice principal de alteração do ambiente, dentre todos os elementos naturais que abarcam uma determinada área, pois reflete as características de interferência desse ambiente.

Ao investigar imagens de satélite de um determinado território, as formas da vegetação são um dos elementos diferenciados com certa facilidade. Por outro lado, a escassez ou a profusão de vegetação dependerão dos processos de um geossistema.

Figura 42 - Unidades elementares para o município de Chapecó, de acordo com o olhar bertrandiano.

Unidade de Paisagem (Bertrand)	Escala Tempo-Espaço G:Grandeza	Unidade/ <u>Mortoestrutura Paisagens</u>	UNIDADES ELEMENTARES			
			Forma Relevo	Clima	Biogeografia	Unidade trabalhadas pelo homem ; Solo
<u>Geossistema</u>	G. IV-V	<u>Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó</u>	<u>Planalto basáltico</u>	<u>Subtropical Úmido</u>	<u>Bioma Mata Atlântica</u>	<u>Uso agropecuário; Urbanização; Extração de recursos naturais</u>
<u>Geofácies</u>	G. VI	<u>Sub-bacias de Chapecó-SC</u>	<u>Planalto</u>	<u>Subtropical (Cfa)</u>	<u>Floresta Ombrófila Mista</u>	<u>Agricultura; Criação de animais; Supressão da vegetação</u>
<u>Geótopo</u>	G. VII	<u>Nascentes</u>	<u>Terrenos planos ou ondulados</u>	<u>Microclima local</u>	<u>Dominio Chapecó</u>	<u>Pequenas construções; Desmatamento de mananciais; Poços</u>

Fonte: Elaboração da autora

6.7.2 Contextualizando o Sistema GTP para o território municipal de Chapecó-SC

No esquema apresentado na Figura 43, o município de Chapecó é tido como o universo para aplicação do Sistema GTP, proposto por Bertrand.

A percepção e função de uso foi elaborada a partir dos elementos *source*, *ressource* e *ressourcement*, com a água subterrânea desempenhando papel fundamental sob ótica do GTP no cenário proposto.

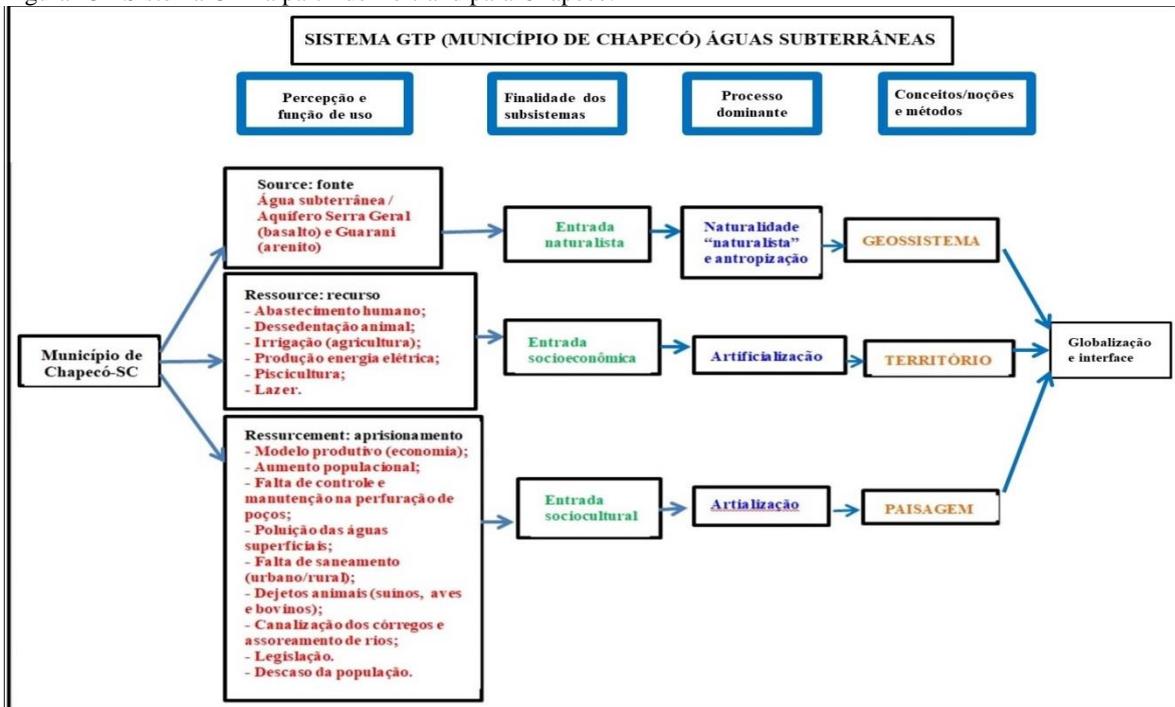
Como *source* (fonte para extração do recurso água subterrânea) aparecem os aquíferos Guarani e Serra Geral, categorizados como sendo a entrada naturalista no território, sofrendo processo de *antropização*, idealizando-se como uma das dimensões do potencial ecológico do geossistema de Chapecó ou da bacia do Rio Chapecó.

O *ressource* (a água tida como recurso) é usado pelas agroindústrias, abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação (principalmente hortaliças), construção civil e outros setores econômicos. Sob ótica bertrandiana, o *ressource* é a entrada socioeconômica, chamado por ele de *artificialização* no território.

E o *ressourcement* (visto como aprovisionamento, ressurgimento) que é caracterizado pelo modelo produtivo no território, pelo aumento populacional, a falta de controle na perfuração de poços, poluição das águas superficiais, uso em excesso de agrotóxicos, falta de saneamento rural e urbano, dejetos de animais sem destinação adequada, canalização de córregos, assoreamento de rios, entre outros fatores que “modelam” a paisagem através das entradas socioculturais, chamado por Bertrand de *artialização* (usado para expor aspectos subjetivos e objetivos da paisagem, afinal, todos esses problemas são de ordem bem concreta), no território municipal de Chapecó. A ocupação do espaço e a cultura modelam a paisagem no tempo-espaço.

Essa é a globalidade do sistema GTP, que consiste nas inter-relações, enquanto método de análise aplicado ao território municipal de Chapecó, que pode ser entendida através da Figura 43, que demonstra o sistema GTP, conforme a proposta de Bertrand; Bertrand (2007).

Figura 43 - Sistema GTP a partir de Bertrand para Chapecó.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir de Bertrand; Bertrand (2007).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Respondendo às questões problemas levantadas na pesquisa, pode-se afirmar que o uso do solo impacta os usos das águas subterrâneas no município de Chapecó. Os resultados mostram uma relação direta do crescimento urbano de Chapecó, do modelo econômico implantado, da produção agropecuária e as agroindústrias de transformação de carne, com a carência, cada vez maior, de água superficial de boa qualidade. Isso porque os rios estão assoreados e poluídos, levando à ideia de que é mais fácil explorar água subterrânea do que reverter o atual cenário. Os índices pluviométricos registrados no município são altos, então, o que prevalece como conceito é a falta de gestão integrada dos recursos hídricos no território municipal, associados as estiagens que assolam o Oeste Catarinense constantemente.

Considerando a formação do município de Chapecó e as implicações ambientais consequentes do modo de ocupação do território e os reflexos na apropriação e uso da água subterrâneas desse território, percebeu-se que a partir do final da década de 1960, a opção considerada mais prática e viável economicamente foi a perfuração de poços profundos ao invés de tentar reverter o quadro de contaminação das águas superficiais. Isso resultou na situação atual, em que os próprios órgãos responsáveis pela liberação e controle da perfuração de poços no Estado de Santa Catarina não possuem informações essenciais como a localização, a vazão e a qualidade das águas subterrâneas e no âmbito municipal, os órgãos responsáveis pela fiscalização quanto à potabilidade (qualidade) e manutenção dos poços também não são efetivos em seu papel.

Chapecó sempre teve sua base da economia atrelada à agricultura e criação de animais e à disponibilidade dos recursos hídricos. Primeiro com a extração da erva-mate, em seguida o ciclo da madeira, logo após a agricultura e criação de suínos (conjugada à produção de milho, soja e trigo). Já na década de 1970 ocorre a implantação da criação em grande escala de aves para suprir as agroindústrias de transformação. A partir do ano 2000, muitos produtores de aves e suínos migraram para as bacias leiteiras e criação de aves para produção de ovos também. Com a produção em escala através do sistema de fomento e integração pelas agroindústrias e por sistemas de cooperativas, surgiram novos nichos de mercado, como hortigranjeiros, moveleiros, de embalagens, metal mecânico entre outros, todos, com necessidade de consumo de muita

água. Esses são fatores que influenciaram a utilização das águas subterrâneas no município de Chapecó, desde a década de 1960.

Considerando o modelo econômico, o aumento populacional e a despreocupação das autoridades competentes por legislar e fazer a gestão integrada dos recursos hídricos, somado a pouca participação dos agentes econômicos na preservação das águas superficiais no território, é que se constatou a importância dos usos das águas subterrâneas não se dá apenas para a manutenção do sistema econômico local, no passado e no presente, mas também para dessedentação animal e consumo humano.

Através de indicadores microbiológicos e físico-químicos foi possível verificar que no que se refere ao aquífero SASG, este atende os critérios e as funções do uso social, econômico e ambiental. Enquanto que as águas do SAG não atendem, principalmente pelo excesso de sódio encontrado em alguns poços para irrigação, quanto a potabilidade, apresenta-se dentro dos parâmetros da Portaria 2914/2011. A água nesse território é vista como recurso e a exploração dos aquíferos é uma fonte mais barata do que a recuperação das águas superficiais.

Os eventos hidrológicos históricos de Chapecó apresentados se relacionam mais com enchentes do que com períodos de estiagens, o que se alinha com os altos índices pluviométricos anuais. Os alagamentos históricos e atuais em pontos específicos da cidade refletem a percepção ambiental diferenciada entre os diversos grupos sociais pesquisados, das autoridades competentes e da população, sobre a importância dos rios e córregos na paisagem. A canalização dos cursos d'água no urbano, principalmente o aterramento de banhados para construção de novos loteamentos, são procedimento comum, não se dando conta dos reflexos disso em períodos de fortes chuvas. Os córregos, além de assoreados, são receptores de esgoto doméstico e lixo de toda natureza, sem que haja fiscalização.

Conclui-se que há falta de ampliação na rede coletora de esgoto para tratamento desde o ano de 2013 a Concessionária responsável não amplia a área de atendimento. Outros modelos de gestão de água e de saneamento estão sendo utilizados em países da América como Chile, Argentina e México, os quais podem ser uma alternativa para amenizar os impactos da falta disso na área de estudo, que é a gestão compartilhada.

Observando a análise GTP apresentada para o município de Chapecó, o Geossistema local (elementos físico-naturais), observou-se que esse Território não possui um grande rio que o corta, apenas que o margeiam (rio Chapecó, rio Irani e rio Uruguai), fazendo com que a

Paisagem local seja diferenciada, cortada apenas por pequenos cursos d'água, que são fontes de águas superficiais, porém estão abandonados pelo homem, deixados de “fora” da Paisagem, desconsiderados como tal. Também essa análise sob ótica GTP (visão integrada) pode ser apontada como método a ser utilizado na gestão integrada dos recursos hídricos, a partir do comitê de bacia em toda RH2, onde o município de Chapecó se insere.

Os Planos de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas, que deveriam reger e fiscalizar, junto com os órgãos municipais responsáveis (Vigilância Sanitária) os usos das águas subterrâneas e superficiais, se encontram obsoletos e sem efetividade com a falta da vigência do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Na RH2, onde o município de Chapecó está inserido, pouco se percebe na execução do Plano elaborado, não existindo a gestão integrada de recursos hídricos, o que é extremamente preocupante. O surgimento dos comitês de bacias, as regiões hidrográficas criadas pelo Estado, a elaboração dos planos de recursos hídricos em algumas bacias hidrográficas e a estrutura estadual de recursos hídricos que deveria visar a gestão dos recursos hídricos nesse território deixam uma grande lacuna na efetivação do que está garantido na legislação nacional. A RH2 é formada pelas Bacias dos rios Chapecó e Irani, e este ainda não possui plano de bacia.

Ao fazer análise temporal do território municipal sobre as legislações que vigoraram sobre águas subterrâneas, constataram-se três momentos distintos no decorrer das décadas desde a emancipação do município, em 1917 até 2018: no primeiro momento não havia regulação nenhuma sobre recursos hídricos de maneira geral, isso perdurou até 2002, quando foi instituída a FATMA; segundo momento órgão responsável pelo licenciamento dos poços foi a FATMA (em 2007 a exigência da Anotação de Responsabilidade Técnica - ART e iniciou a emissão de Licenciamento Ambiental para Perfuração - LAP e Licença Ambiental para Instalação - LAI, porém, foi a partir de 2009 que a instituição tornou-se mais rigorosa, cobrando também o Licenciamento Ambiental para Operação - LAO. Mas como a fiscalização não dava conta, raro alguém ou algum condomínio, ou empresa solicitar a LAO) e terceiro momento (a partir de Novembro de 2014), essa atribuição foi legada (ou atribuída) ao órgão gestor de recursos hídricos da SDS - órgão outorgante - que autoriza a abertura de poços (exigência da Outorga Prévia de Perfuração e depois disso a Outorga para uso da água, até 9.999 litros têm uma taxa e acima disso é estipulado um valor, conforme a quantidade de água a ser extraída. A Outorga para uso da água possui vigência de 6 anos - agricultura

familiar – e 10 anos para indústrias, sendo que perfurações em zonas urbanas não estão sendo autorizadas).

Considerando os 105 poços pesquisados e analisados, 50 deles são outorgados, sendo 47 do SASG e 3 do SAG, e 55 não possuem a outorga, até porque foram perfurados há bastante tempo, muitos até décadas atrás, fato que pode justificar isso.

Considerando a legislação municipal, Lei nº 4413/2002 (dispõe sobre a criação do Sistema de Informações municipal de Águas Subterrâneas - SIMAS), o Plano Diretor - PDC, Plano de Saneamento-PMSB e Plano de Resíduos Sólidos – PMRS, vigentes, não apresentam nenhuma abordagem sobre os usos, o monitoramento e a fiscalização das águas subterrâneas. Esses três planos deveriam interagir entre si, porém, isso não ocorre. Em especial a Lei de 2002 que dispõe sobre o SIMAS, até hoje não foi efetivada. Fica evidente que, apesar da importância das águas subterrâneas, não há uma gestão consciente dos recursos hídricos nas microbacias do território municipal.

É grande a quantidade de poços existentes no território municipal, observada nos trabalhos de campo, e, muitos poços foram perfurados por empresas sem responsável técnico, sem fiscalização e sem controle.

Percebeu-se também que não há, por parte dos proprietários dos poços, uma preocupação com a limpeza, proteção e manutenção constante dos mesmos, entendendo que não seja necessário em decorrência da água estar confinada. Serviços de limpeza, manutenção e prevenção dos poços poderiam ocorrer, pelo menos, a cada quatro anos, onde é possível observar problemas de oxidação e infiltração, conclui-se que há necessidade de medidas mitigatórias com extrema urgência nesse sentido.

A preocupação durante a pesquisa permanece no que se refere ao Glifosato e aos derivados de petróleo, cuja análises normalmente não são requeridas pelos órgãos responsáveis para emissão ou renovação de licenças (SDS e FATMA) tanto para usos das águas superficiais quanto subterrâneas, para nenhum dos setores que utilizam água para irrigação, dessedentação animal, transformação de matérias-primas ou para o abastecimento público.

Os resultados encontrados neste trabalho apontam para a necessidade de mais estudos no Oeste Catarinense e em todo Estado, que abordem a gestão integrada e compartilhada dos recursos hídricos nas bacias ou regiões hidrográficas estabelecidas nesse território. O arcabouço teórico existe, mas é imprescindível colocá-lo em prática. No que tange à qualidade de água, torna-se relevante realizar estudos especializados sobre pesticidas nas águas superficiais e subterrâneas,

pois os poucos estudos existentes demonstram que existe esse tipo de contaminação e os danos ao ambiente e à saúde humana são consideráveis. Além disso, destaca-se a necessidade do mapeamento e tamponamento correto dos poços improdutivos e ou secos em todos os municípios do Estado para que estes não sejam fontes de poluição para as águas subterrâneas.

Outro aspecto relevante é a necessidade de pesquisas que apontem alternativas individuais para saneamento rural, o reuso de águas nas propriedades rurais para irrigação ou limpeza de pocilgas e reservatórios de água.

Para problemas pontuais nos poços onde foram encontrados nitrato, mesmo que não atingiram o valor máximo permitido, que é de 10 Mg/L, conforme Portaria do Ministério da Saúde nº. 2914/2011 (BRASIL, 2011), podemos sugerir que esse nitrato encontrado, possivelmente é em decorrência da falta de manutenção e cuidados com os poços, além dos poços abandonados, o que corrobora com estudos como Proesc (2003); Nicolai (1998; 2001), Carasek (2011; 2014). Vários poços apresentaram percentuais de nitrato acima de 2,5 Mg/L, o que representa os efeitos antrópicos, disfunção do ambiente ocasionados pelas práticas humanas na superfície, isso nos induz a propor que novos estudos devem ocorrer para pesquisar, conhecer e monitorar as águas subterrâneas, não só em Chapecó-SC, mas em todo Estado, principalmente no Oeste de Santa Catarina, onde as atividades e os usos da água subterrânea é muito intensa, o que requer uma atenção maior.

Conclui-se que se a Lei Municipal nº 4413/2002 estivesse funcionando na prática, certamente isso poderia ser evitado. Procedimentos de limpeza e desinfecção das máquinas de perfuração de poços a cada abertura de poço também deveria ser regra entre as empresas do ramo, porém, observou-se que apenas uma delas realiza esse procedimento. Isso porque as máquinas podem ser o agente de contaminação das águas subterrâneas, órgãos competentes precisam cobrar essa rotina.

REFERÊNCIAS

ALBA, Rosa S. **Espaço urbano: os agentes da produção em Chapecó**. Chapecó: Argos, 2002.

ANJOS, Aécia S. D. dos. **Proposta de modelo de IQA visando o monitoramento de águas subterrâneas contaminadas por hidrocarbonetos**. Tese de Doutorado). Universidade federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Química. Natal-RN, Fevereiro, 2015. Disponível https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/.../AeciaSeleideDantas_TESE.pdf. Acesso 23/01/2018.

APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for Examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington D. C., 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12212: Projeto para Captação de Água Subterrânea: Comitê Brasileiro de Construção Civil**, Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12244: Construção de Poço para Captação de Água Subterrânea: Comitê Brasileiro de Construção Civil**, Rio de Janeiro, 2006.

ATHAYDE, G. B. et al. **Estudo sobre os tipos das águas do aquífero Serra Geral, no município de Marechal Cândido Rondon – PR**. In: Águas Subterrâneas, v.21, n.1, p.111-122, 2007. Disponível [https://www.researchgate.net/publication/276383275_ESTUDO_SOBR E OS TIPOS DAS AGUAS DO AQUIFERO SERRA GERAL NO MUNICIPIO DE MARECHAL CANDIDO RONDON - PR](https://www.researchgate.net/publication/276383275_ESTUDO_SOBR_E_OS_TIPOS_DAS_AGUAS_DO_AQUIFERO_SERRA_GERAL_NO_MUNICIPIO_DE_MARECHAL_CANDIDO_RONDON_-_PR). Acesso 12/12/2017.

ATHAYDE, G. B. et. Al. **Aptidão das águas do SASG no Estado do Paraná**. In: XIII Congresso Brasileiro de geoquímica. III Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul. 9/14 de Outubro de 2011: Gramado, RS, Brasil. Disponível www.sbgq.org.br/index.php?option=com_phocadownload&view...483&id. Acesso 14/12/2017.

AUSTRALIA. Estado de Queensland Governo de Queensland – Departamento de Proteção do Meio Ambiente e do Patrimônio. **BTEX produtos químicos**. Austrália, 2017. Disponível em: <https://www.ehp.qld.gov.au/management/non-mining/btex-chemicals.html>. Acesso 03-11-2017.

AUZANI, Gislaine, M.. **Uso da terra e caracterização hidropedológica na região de Vila Kramer, São Francisco de Assis – RS**. Tese de doutorado. Santa Maria, RS, 2010. Disponível <http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Teses/GISLAINE-MOCELIN-AUZANI-TESE.pdf>. Acesso 23-12-2017.

BALDISSERA, Adriana Diniz.; REIS, Almir Francisco. **A cidade e as águas - Chapecó e a microbacia do lajeado São José**. In: III seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. APP Urbana 2014. UFPA – Belém, 10 á 13 de Setembro de 2014. 16 p. Disponível em: <http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT5-160-23-20140516222259.pdf>. Acesso em 10-09-2015.

BAVARESCO, Paulo Ricardo. **Colonização do Extremo Oeste Catarinense**: contribuições para a história campesina da América Latina. Artigo apresentado no doutorado em Ciências Sociais pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, 2006. Disponível em: <<http://www.alasru.org/cdaldasru2006>>. Acesso em: 16 ago. 2010.

BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. In: **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. São Paulo- SP, Junho de 2008.

BERTRAND, G. “**Entrevista com o professor Georges Bertrand**”. In: Revista Geosul, Florianópolis, v.13, n. 26, p.144-160, jul./dez. 1998.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global - esboço metodológico**. Tradução de Olga Cruz In: Raega - O Espaço Geográfico em Análise, n. 8, p. 141-152, 004.Trabalho publicado, originalmente, na “Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest”, Toulouse, v. 39n. 3, p. 249-272, 1968, sob título: Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. Publicado no Brasil no Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de

São Paulo, n. 13, 1972. Disponível em:

<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/viewFile/3389/2718>.
Acessado em 20/08/2014.

BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global**: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.

BERTRAND, Georges; BERTRAND, Claude. **Uma geografia transversal e de travessias**: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Organizador messias Modesto dos Passos. - - Maringá: Massoni, 2007. 332 p.

BITTENCOURT, A.V.L et al. **Influência dos Basaltos e de misturas com águas de aquíferos sotopostos nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral na Bacia do Rio Piquiri, Paraná – BR**. Rev. Águas Subterrâneas, n. 17, p.67-75, 2003.

BONA, N. et al. 2009. **Distribuição de metais pesados dos sedimentos no Reservatório de Itá -SC, Brasil**. Acta Limnol . Bras . 21 : 10-20.

BONAI, N.C. et al. **Distribution of metals in the sediment of the Itá Reservoir, Brazil**. Acta Limnol. Bras., v. 21, n. 2, p. 245-250, 2009.

BORGHETTI, Nadia Rita Boscardin ; BORGHETTI, José Roberto ; ROSA Filho, Ernani Francisco da. **Aquífero Guarani** : a verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba : [GIA]; 2004. Disponível em: <https://ihgb.org.br/pesquisa/biblioteca/item/19326-aq%C3%BC%C3%ADfero-guaran%C3%AD-a-verdadeira-integra%C3%A7%C3%A3o-dos-pa%C3%ADses-do-mercosul-nadia-rita-boscardin-borghetti,-jos%C3%A9-roberto-borghetti,-ernani-francisco-da-rosa-filho.html>. Acesso 17-12-2017.

BÓS. Sidiane Manfron; THOMÉ, Antônio. **Métodos para avaliar vulnerabilidade de águas subterrâneas**. – Porto Alegre - RS: POA POA Comunicação, 2012. 1ª edição (e-book). ISBN 978-85-66146-02-8 Disponível https://issuu.com/poacomunicacao/docs/m_todos_para_avaluar_a_vulnerabili. Acesso 18-11-2017.

BOTTIN, J. et al. **Avaliação limnológica da microbacia do lajeado Passo dos Índios, Chapecó, SC.** *Biológico*, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 31-39, jan./jun. 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. Diretor-Presidente da Agência Nacional de Águas – ANA, aprova através da Portaria Nº 149, de 26 de Março de 2015, a **Lista de Termos para o Thesaurus de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas - ANA.** Brasília, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. Ministério o Meio Ambiente. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil-** Cadernos de Recursos Hídricos, Volume 5.- Brasília- DF, 2005. Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/estudos/caderno_derecursos.aspx. Acesso em 06 de Set. de 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - **Hidroeletricidade.** (2018).

BRASIL. **Decreto Federal nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967.** Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940, o (Código de Minas). Brasília, DF, 1967.

BRASIL. **Decreto Federal nº 7.841 de 8 de Agosto de 1945.** Trata do Código de Águas Minerais. Brasília, DF, 1965.

BRASIL. **Lei federal nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981.** Institui a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, DF, 1981.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.984, de 17 de Julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução RE n. 899 de 29 de maio de 2003.** Disponível em:

<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/re/899_03rehtm. Acesso 03-05-2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **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, DF, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Petrobras. **Águas Subterrâneas um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília – 2007. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/167/publicacao/167_publicacao28012009044356.pdf. Acesso 03-11-2017.

BRASIL. **Resolução CNRH nº 15, DE 11 de Janeiro de 2001**. Diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Brasília, DF, 2001.
BRASIL. **Resolução CNRH nº 91, de 5 de Novembro de 2008**. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. **Resolução CNRH nº 92 de 05 de Novembro de 2008**. Dispõe sobre critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, DF, 2008 b.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de Março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, inclusive conceituando nascentes como exutório de águas subterrâneas. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. **Resolução n 29, de 11 de Dezembro de 2002**. Diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para o aproveitamento dos recursos minerais. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. **Resolução nº 107, de 13 de Abril de 2010**. Diretrizes e critérios para o planejamento e a operação de Rede Nacional de

Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de águas subterrâneas. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Resolução nº 15, de 11 de Janeiro de 2001.** Diretrizes gerais para a gestão das águas subterrâneas. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. **Resolução nº 22, de 24 de Maio de 2002.** Diretrizes para inserção das águas subterrâneas nos instrumentos dos Planos de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. **Resolução nº 55, de 28 de Novembro de 2005.** Diretrizes para elaboração do Plano de Utilização da Água na Mineração-PUA. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. **Resolução nº 9, de 21 de Junho de 2000.** Cria a Câmara Técnica Permanente de Águas Subterrâneas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. **Resolução nº. 16, de 8 de Maio de 2001.** Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. **Resolução Nº. 48, de 21 DE Março de 2005.** Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Brasília, DF, 2005.

BRITO, Flavia do Vale; *et al.*. **Estudo da Contaminação de Águas Subterrâneas por BTEX oriundas de postos de distribuição no Brasil (PDF).** 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás; Salvador, Bahia, 2 a 5 outubro de 2005. Disponível em: http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0563_05.pdf. Acesso 03-11-2017.

CARASEK, F. L. **Análises físico-química das águas subterrâneas do município de Chapecó-SC.** Unochapecó: Junho de 2011.

CARASEK, Fábio Luiz. **Qualidade da água subterrânea do Sistema Aquífero Serra Geral na região Oeste do Estado de Santa Catarina, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Unochapecó, 2016.

CARDOSO, F. B. da F.; OLIVEIRA, F. R. de. et al. **Mapa dos domínios hidrogeológicos de Santa Catarina**: uma ferramenta para gestão das águas subterrâneas do Estado. In: XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. I Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste. - - São Paulo, 2007. Disponível em:

<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1189>. Acesso 12-10-2015.

CASAN. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento . **Regiões Hidrográficas de SC**. Disponível em: <http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/bacias-hidrograficas#0>. Acesso em 10/10/2015.

CASAN. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento **Mapas da rede coletora de esgotos de Chapecó**. Agência Chapecó, 2017.

CATTANI, D.; CAVALLI, V. L.; RIEG, C.E.; DOMINGUES, J.T.; DAL-CIM, T., TASCA, C.I.; SILVA, F.R.; ZAMONER, A. (2014). **Mechanisms underlying the neurotoxicity induced by glyphosatebased herbicide in immature rat hippocampus: involvement of glutamate excitotoxicity**. Toxicology. 5;320:34-45.

CAVERO, Melissa. **Métodos para determinar a vulnerabilidade em aquíferos**. Gidahatari (Portal online). 24 de setembro de 2013.

Disponível em: <http://gidahatari.com/ih-es/metodos-determinacion-vulnerabilidad>. Acesso 18-11-2017.

CETESB. (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas 2013-2015 no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2016. B - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103). Disponível http://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSubterraneas2015_Web_20-07.pdf. Acesso 12-11-2017.

CETESB. **Água subterrânea e poços tubulares**. São Paulo: CETESB, 2005. 481 p.

CHAPECÓ. **Base cartográfica Municipal**. Plano Diretor de Chapecó, 2014.

CHAPECÓ. **Lei Complementar nº 541, de 26 de Novembro de 2014.** Aprova o Plano Diretor de Chapecó – PDC. Chapecó, 2014. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/plano-diretor-chapeco-sc>. Acesso em 21-04-2017.

CHAPECÓ. Lei Complementar nº 6.758/2015. **Institui o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos -PGIRS no município de Chapecó-SC.** Maio 2015. Disponível em: Acesso em 21-04-2017.

CHAPECÓ. **Lei nº 4413, de 30 de Abril de 2002.** (Regulamentada pelo Decreto nº 10892/2002), que dispõe sobre a criação do sistema de informações municipais de águas subterrâneas - SIMAS e dá outras providências. Chapecó, 2002.

CHAPECÓ. **Lei Ordinária nº 6728, de 10 de Julho de 2015.** Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. Chapecó, 2015. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/sc/c/chapeco/lei-ordinaria/2015/673/6728/lei-ordinaria-n-6728-2015-institui-o-plano-municipal-de-saneamento-basico-pmsb-destinado-a-prestacao-dos-servicos-de-abastecimento-de-agua-e-esgotamento-sanitario-no-municipio-de-chapeco-sc?q=saneamento>. Acesso em 21-04-2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia.** São Paulo: Hucitec, 1979.

COLAVITE, A. P. **Geotecnologias aplicadas à análise e representação da paisagem do município de campo Mourão – Paraná.** In: PONTILI. R. M.; COLAVITE. A. P.; (Orgs). Estudos regionais: enfoques socioeconômicos, ambiental, educacional e da paisagem. – Campo Mourão: editora da FECILCAM, 2009. 335 p.

COMIM, Ângelo. **Entrevista em 23/05/2015.** Trabalhou com 3 tipos de máquinas perfurando poços, desde final da década de 1960 em Chapecó. Chapecó-SC: 2015.

COMPAGNONI, Cristiane (Org.). **Planejamento urbano e conflito ambiental na bacia hidrográfica do rio Penso – Município de Pato Branco – Estado do Paraná.** Revista Geográfica Acadêmica, v. 3, n. 1, 2009. Disponível em: <http://www.rga.ggf.br>. Acesso em: 27 dez. 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo: relatório final.** São Paulo: CETESB, 2001. 248p.

CONICELI, Bruno Pirilo. **Gestão das águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (SP).**(Tese Doutorado) – São Paulo, 2014. Disponível em:
file:///C:/Users/Janete%20Facco/Downloads/TESE_BrunoPiriloConicelli.pdf. Acesso 28-11-2017.

CORRÊA, Roberto Lobato. **Região e organização espacial.** 8 ed.- São Paulo: Ática. 2007.

COUTINHO, Lilian. **Água – recurso mineral:** o paradoxo hídrico resultante da regulamentação jurídica aplicada às águas minerais no Brasil. Universidade de Brasília - UnB IG/ IB/ IQ/ FACE-ECO/ CDS Curso de Ciências Ambientais. BRASÍLIA – DF Junho/2015. Disponível
http://bdm.unb.br/bitstream/10483/12656/1/2015_LilianCoutinhoSilva.pdf. Acesso 12-12-2017.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina.** Porto Alegre, 2014. Mapa. Escala 1:500.000.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina.** Porto Alegre, 2011. Mapa. Escala 1:500.000.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. MACHADO, José Luiz Flores. **Mapa hidrogeológico do Estado de Santa Catarina .** – Porto Alegre : CPRM, 2012. 1 CD-ROM. – (Cartas Hidrogeológicas Estaduais). ISBN 978-85-7499-208-2.

CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M. R. **Hidrologia Subterrânea.** Barcelona, Omega, t.1, 1976.

DAL PISSOL, A.; SOUZA-FRANCO, G. M. 2003. **Avaliação da qualidade das águas através de macroinvertebrados bentônicos em corpos de água no município de Maravilha (SC).** Acta Ambiental Catarinense, vol. 2, no. 2, p. 7-21.

DAMO, Edir Santo. **Entrevista em 02/06/2015**. Empresário e proprietário da primeira empresa perfuradora de poços de Chapecó, a (A Conceição e Cia Ltda) Hidro perfuradora Damo, desde o final da década de 1960. Chapecó-SC: 2015.

DESCOVI FILHO, Leônidas L. V. **Geomorfoestruturas e compartimentação tectônica do sistema aquífero integrado Guarani/Serra Geral no estado de Santa Catarina, Brasil**. 2015. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/169498>. Acesso em: 12 maio 2017.

EGLER, Claudio A. G. **Questão regional e gestão do território no Brasil**. In: Geografia: Conceito e Temas. Organizadores Iná E. de Castro, Paulo C. da C. Gomes, Roberto Lobato Corrêa, 14^a ed. – Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2011. 352 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Solos do Estado de Santa Catarina**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, n. 46, 2004. 721 p.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - Epagri/Cepa. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2016-2017**. Agropecuária - Brasil SC - Periódico. I. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, Florianópolis, SC. II Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - Epagri/Cepa, Florianópolis, SC, 2017. ISSN 1677-5953. Disponível http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Sintese-Anual-da-Agricultura-SC_2016_17.pdf. Acesso 13-01-2018.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina –Estação Agrometeorológica de Chapecó-SC. **Índices pluviométricos – série histórica (1969 à 2016)**.

ESTUDO DA EXPOSIÇÃO AMBIENTAL AO GLIFOSATO NA ÁREA AGRÍCOLA DA SERRINHA DO MENDANHA. Available

from: <https://www.researchgate.net/publication/263804143> Acesso 24 - 01 - 2018.

FACCO, Janete; FUJITA, Camila; BERTO James L.;
Agroindustrialização e Urbanização de Chapecó-SC (1950 – 2010):
uma visão sobre os impactos e conflitos urbanos e ambientais. Santa
Cruz do Sul: REDES - Rev. Des. Regional, v. 19, n. 1, p. 187 - 215,
jan/abr 2014.

FACCO, Janete. **Os conflitos ambientais no processo de urbanização
na bacia hidrográfica de abastecimento de água de Chapecó-SC.**
Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais (Unochapecó).- -
Chapecó (SC): 2011, 231 f.

FACCO, Janete; ENGLER, Júlie Monique. O processo histórico de
urbanização de Chapecó (1950-2016) - Notas sobre: a ocupação urbana,
os planos diretores e os conflitos ambientais. P. 287- 324. *In: Chapecó
em Foco: textos e contextos sobre o espaço urbano regional.* (e-book).
NASCIMENTO, Ederson; VILLELA, Ana L. V. (Orgs). São carlos:
Pedro & Paulo, 2017. 597p. ISBN: 978-85-7993-388-2.

FAPEU, Fundação de Amparo a Pesquisa e Extensão Universitária.
PROJETO REDE GUARANI/SERRA GERAL. Coordenador
Técnico do Projeto Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe. Florianópolis,
2015. Disponível em: <https://rgsgsc.wordpress.com/metasp/>. Acesso 10-
09-2015.

FEITOSA, Fernando A.; MANOEL FILHO, João. (Org).
Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. 2ª Edição. – Fortaleza:
CPRM/REFO, LABHID – UFPE, 2000. 391 p.

FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. **A abordagem da paisagem no
âmbito dos estudos ambientais integrados.** GeoTextos, vol. 6, n. 2,
dez. 2010. Vanderlei de Oliveira Ferreira 187-208. P. 187- 208.

FILIPINI, Gedalva T. R. **Os recursos hídricos na Bacia do Rio
Jacutinga, Meio-Oeste de SC:** o uso da terra e a qualidade das águas.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Filosofia e ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em
geografia, Florianópolis –SC, 2013. Disponível

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122753>. Acesso 13-10-2015.

FLORESTA NACIONAL DE CHAPECÓ. **Cadastro Nacional de Unidade de Conservação do Ministério do Meio Ambiente**. (2018).

Disponível

http://sistemas.mma.gov.br/portalcnuc/rel/index.php?fuseaction=portal.e_xibeUc&idUc=80. Acesso 13-01-2018.

FOSTER, S. et al. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. São Paulo: Servmar – Serviços Técnicos Ambientais Ltda, 2006.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Groundwater quality protection: a guide for water utilities, municipal authorities and agencies**. Washinton: The Word Bank, 2002.

FRANÇA, A. B. (Petrobras); OLIVEIRA, C.G. de (Instituto de Geociências – UNB). Bacia do Paraná: rochas e solos. In: Palestra no 1º Seminário APL do sudoeste Goiano. Jataí- Goiás: Maio, 2010.

Disponível em:

<http://www.redeaplmineral.org.br/biblioteca/eventos/1b0-seminario-apl-do-sudoeste-goiano> . Acesso em 10-10-2015.

FREITAS, M.A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J.F.L. **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do estado de Santa Catarina**: Projeto Oeste de Santa Catarina/PROESC. Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2003. 100 p.

FREITAS, Mario. **Estiagem no Oeste Catarinense: diagnóstico e resiliência**. Projeto de Pesquisa Desenvolvido pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em parceria com a Secretaria de Estado de Proteção e Defesa Civil de Santa Catarina (SDC). Laboratório de Estudos em Redução de Risco de Desastre (LabRED), o Laboratório de Geoprocessamento (GeoLab) e o Laboratório de Planejamento Urbano e Regional (Labplan). - - Florianópolis, 2015.

FREITAS, Pedro Luiz de. **Contribuição do uso da terra e do manejo do solo para a recarga de aquíferos**. Embrapa Solos: Comunicado

Técnico, Folheto n. 2., Rio de Janeiro, RJ, Dezembro de 2005. ISSN 1517 5685. Disponível <https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/855577/contribuicao-do-uso-da-terra-e-do-manejo-do-solo-para-a-recarga-de-aquiferos>. Acesso 23-12-2017.

FUJITA, Camila. **Dilema urbano-ambiental na formação do território brasileiro**: desafios ao planejamento urbano no Brasil. Tese (Doutorado – Área de Concentração: Paisagem e Ambiente) – FAUUSP, São Paulo, 2008.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Governo do Ceará. **Software QualiGraf. Fortaleza, CE, 2015.** Disponível <http://www3.funceme.br/qualigraf/>. Acesso 20-10-2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE- FUNASA. Ministério da Saúde. **Termo de Referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico.** Brasília, 2012. Disponível: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2012/04/2b_TR_PMSB_V2012.pdf. Acesso 26-11-2017.

GALLERT, C.; FUND, K.; WINTER, J. 2005. **Antibiotic resistance of bacteria in raw and biologically treated sewage and in groundwater below leaking sewers.** Applied Microbiology and Biotechnology, 69: 106-112.

GEBARA, Sâmya S. et al. **Métodos para análises de HPA e BTEX em águas subterrâneas de postos de revenda de combustíveis**: um estudo de caso em Campo Grande, MS, Brasil. *In: Rev. Quim. Nova*, Vol. 36, Nº. 7, 1030-1037, 2013.

GELDREICH E. E. The bacteriology of water. *In: Microbiology and microbial infections.* 9th ed. London: Arnold; 1998.

GEOAMBIENTE SENSORIAMENTO REMOTO LTDA. **Projeto de Proteção da Mata Atlântica em Santa Catarina (PPMA/SC).** Relatório técnico do mapeamento temático geral do estado de Santa Catarina. São José dos Campos, 2008, 90p.

GONÇALVES; Odete Catarina Locatelli. **Uso e ocupação do solo na microbacia do lajeado São José - Chapecó/SC e seus reflexos na**

qualidade da água. UFSC, Dissertação de Mestrado em Geografia: Florianópolis, 2000.

HAGER, Francis P. V. D'ALMEIDA, Marcelo L. Legislação aplicada às águas subterrâneas. *In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.* - - Natal-RN, 11 a 14 de novembro de 2008. Disponível em <http://www.acquacon.com.br/xvcongressoobas/#>. Acesso 13-10-2015.

HASS, Mônica. **O linchamento que muitos querem esquecer:** Chapecó, 1950-1956. ed. rev. Chapecó: Argos, 2003.

HERRMANN, Maria Lúcia de Paula (Org). **Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina.** Florianópolis: IOESC, 2006, 146 p.

HINDI, Eduardo Chemas. **Hidroquímica e hidrotermalismo do Sistema Aquífero Guarani no Estado do Paraná.** 2007. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/14077/Hindi-Tese.pdf?sequence=1> . Acesso em: 25 maio 2016.
<http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=5094e51beb90418aab741d9dc56ddeb9>. Acesso 10-01-2018.

HISCOCK, Kevin M.; BENSE, Victor F. Hydrogeology: Principles and practice. 2. ed. Oxford: Wiley Blackwell, 2014. 545 p.

IBGE. Cidades. **Histórico do Município** (2015). Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=420420&search=santa-catarina|chapeco|infograficos:-historico>. Acesso em 20-09-2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população - Chapecó-SC. Estimativa para 2015.** .(2014). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_santa_catarina.pdf. Acessado em 30/09/2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da População. Chapecó-SC** (2011). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 Set. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população - Chapecó-SC. Estimativa para 2017.** (2017). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_santa_catarina.pdf. Acesso em 30/09/2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Região Metropolitana de Chapecó-SC** (2010). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 Set. 2011.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação da Mata atlântica: Flona Chapecó** (2018). Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2219-flona-de-chapeco>. Acesso 13-01-2018.

JU, X.T. *et al.* Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. **Environmental Pollution**. n. 43, v. 1, p. 117-125, sep. 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297p.

LOPES, Andréa R. de B. C.. **Recursos hídricos e uso da terra na bacia do Rio do Peixe/SC, mapeamento das áreas de vulnerabilidade e risco de contaminação do Sistema Aquífero Serra Geral**. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2012, Disponível <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/99243>. Acesso 10-10-2015.

MACHADO, F.B.; et al. **Enciclopédia Multimídia de Minerais**. (2017) [on-line].ISBN: 85-89082-11-3 Disponível <http://www.rc.unesp.br/museudpm>.. Acesso em 13-12-2017.

MACHADO, José Luiz Flores. **A verdadeira face do "Aquífero Guarani"**: Mitos e fatos. In: SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO

SUDESTE, 2., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2005. p. 1 - 10. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23188>. Acesso em: 05 maios 2017.

MANOEL FILHO, João. **Água subterrânea: histórico e importância**. In: FEITOSA, Fernando A.; MANOEL Fº, João (Org). Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. 2ª Edição. – Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID – UFPE, 2000. 391 p.

MCKEON, D. M.; CALABRESE, J. P.; BISSONNETTE, G. K. 1995. **Antibiotic resistant gram-negative bacteria in rural groundwater supplies**. Water Research, 29 (8): 1902-1908.

MARION, F. André; CAPOANE, Viviane; SILVA; José L. S. da. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em poço no campus da UFSM, Santa Maria – RS**. Ciência e Natura, UFSM, 29 (1): 97 - 109, 2007. Disponível <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/9761/5851>. Acesso 27/01/2018.

MESNAGE, R.; RENNEY, G.; SÉRALINI, G.E., WARD, M.; ANTONIOU, M.N. 2017. **Multiomics reveal non-alcoholic fatty liver disease in rats following chronic exposure to an ultra-low dose of Roundup herbicide**. Scientific Reports. 9; 7:39328.

MICHAELIS, 2000. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. (Em 2 Volumes) - Idioma: Português (Brasil). 2292 p.

MILANI, E.J. 1997. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 254p Disponível <http://www.worldcat.org/title/evolucao-tectono-estratigrafica-da-bacia-do-parana-e-seu-relacionamento-com-a-geodinamica-fanerozoica-do-gondwana-sul-ocidental/oclc/45775306>. Acesso 23-11-2017.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Escala do levantamento 1:250.000

Disponível <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso 11-01-2017.

MOCELLIN, Roderlei Cleber; FERREIRA, Francisco José Fonseca. Conectividade e compartimentação dos sistemas aquíferos Serra Geral e Guarani no sudoeste do estado do Paraná, Brasil. *In: Revista Brasileira de Geociências*. 39(3): 567-579, setembro de 2009. Disponível www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/download/7699/7126. Acesso 23-11-2017.

MONTEIRO, Carlos A. de Figueiredo. **Geossistema**: a história de uma procura. 2 eds. – São Paulo: Contexto, 2001. ISBN 85-7244-144-1.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Os Geossistemas como Elemento de Integração na Síntese Geográfica e Fator de Promoção Interdisciplinar na Compreensão do ambiente**. Aula Inaugural proferida no Curso de Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas — Sociedade e Meio Ambiente em 08/3/95 — CFH/UFSC. Revista de Ciências Humanas Florianópolis v.14 n.19 p.67-101 1996.

MONTEIRO, C. A. Figueiredo. **Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas**: perspectivas urbanas e agrárias ao problema de elaboração de modelos de avaliação. *In: simpósio sobre comunidade vegetal como unidade biológica, turística e econômica*, 1978, São Paulo. Anais... São Paulo: p. 43-76.

NANNI, A. S. **Tipos de Aquíferos**: aquíferos em Santa Catarina. Notas de aula da disciplina de Hidrogeologia. - UFSC: Florianópolis, 2014.

NICOLAI, G. **Avaliação das concentrações de nitratos na água subterrânea do município de Chapecó – SC**. 2001. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

NICOLAI, Gilberto. (1998) **Determinação físico/químico e bacteriológico da água de poços artesianos no município de Chapecó – SC**. Chapecó: UNOESC, 1998. 51p. TCC graduação, Biologia.

OLIVEIRA, Daniela Alves; SCHMIDT, Gilda; FREITAS, Diogo Macedo de. **Avaliação do teor de ferro em águas subterrâneas de**

alguns poços tubulares, no Plano Diretor de Palmas-TO.

Universidade Federal do Tocantins, Palmas-Tocantins. 2003. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/puertorico29/gilda.pdf> Acesso 15-11-2017.

OLIVO, Valdir E. et al. **Método rápido para determinação de glifosato em água subterrânea usando cromatografia líquida de alta eficiência e extração em fase sólida após derivatização.** *Rev. Ambient. Água* [online]. 2015, vol.10, n.2, pp.286-297. ISSN 1980-993X. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1548>. Disponível http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2015000200286&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso 18-12-2017.

PALHARES, Julio C. P.. **Pegada hídrica das aves abatidas no Brasil na década 2000-2010.** *IN: 3º Seminário de Gestão Ambiental na Agropecuária.* Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012. Disponível <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74573/1/Palhares-JCP-PEGADA-HIDRICA-DAS-AVES-ABATIDAS-NO-BRASIL-NA-DECADA-2000.pdf>. Acesso 20-01-2018.

PASSOS, Manuela G.; PRADO, Geisa P.; FACCO, Janete. **A consonância ambiental e a participação social na elaboração dos planos municipais: estudo de caso no município de Chapecó, SC.** Anais do VIII Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional (2017). Eixo 3 - Redes, Sociedade e Políticas Públicas em contextos regionais Santa Cruz do Sul –RS: UNISC, Setembro de 2017. ISSN: 2447-4622. Disponível <http://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/view/16416>. Acesso em 22-11-2017.

PEREGO, M.C.; SCHUTZ, L.F.; CALONI, F.; CORTINOVIS, C.; ALBONICO, M.; SPICER, L.J. 2016. **Evidence for direct effects of glyphosate on ovarian function: glyphosate influences steroidogenesis and proliferation of bovine granulosa but not theca cells in vitro.** *Journal of Applied Toxicology.* 37, (6): 692–698.

PERICO, Rafael Echeverry. **Identidade e território no Brasil.** Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2009.

PERROTA et. al. In: **Carta geológica do Brasil ao Milionésimo**. Sistemas de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília, 2004. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/4999/SG22_Curitiba.pdf?sequence=2. Acesso 23-10-2015.

PICANÇO, F. E. L. ; LOPES, E. C. S; SOUZA, E. L. de. Fatores responsáveis pela ocorrência de Ferro em águas subterrâneas da Região Metropolitana de Belém/PA. **In: Anais do XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. ABAS: Revista eletrônica de Águas Subterrâneas, São Paulo, Brasil. ISSN 2179-9784 (eletrônico). 2002. Disponível <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/22823/14983>. Acesso 12-11-2017.

PINTO, Bernardo Vieira. **Características químicas e físico-químicas de águas subterrâneas do Estado do Rio de Janeiro** Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Química. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Química, 2006. Disponível-http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0410378_06_pretextual.pdf. Acesso 12-11-2017.

PISSINATI, Mariza C.; ARCHELA, Rosely S. **Geossistema território e paisagem** - método de estudo da paisagem rural sob a ótica Bertrandiana. Revista Geografia - v. 18, n. 1, jan./jun. 2009 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências. Disponível em:<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia>. Acessado em 15.03.2015.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **O desafio ambiental**. (2004). Rio de Janeiro: Record. 179 p.

PORTO-GONÇALVES, C. W.. **A globalização da natureza e a natureza da sociedade**. 4ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.

PORTO-GONÇALVES, C. W.. **Sociedade e Natureza. Sociedade é natureza**. In: Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe: Natureza e Sociedade. TREVISOL, Joviles V.; SCHEIBE, Luiz F.(Org). – Joaçaba: Unoesc, 2011. 394 p.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Os (Des)caminhos do Meio Ambiente**. 6ª edição. São Paulo: Contexto, 1998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CHAPECÓ. **Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente**. Chapecó, 2015.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma Geografia do Poder**. Tradução de Maria Cecília França. São Paulo: Ática, 1993.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. AMORE, Luiz. **O Sistema Aquífero Guarani – SAG**. Rev. Águas, Subterrâneas nº.16/ maio 2002. P. 135 - 143. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario%201/Downloads/1306-2851-1-PB.pdf>. Acesso 17-10-2015.

REBOUÇAS, Aldo, da C.. **Águas subterrâneas**. In: Águas doces no Brasil: Capital Ecológico, uso e conservação. Organizadores Benedito Braga, José G. Tundisi, Takako M. Tundisi, Virgínia S. T. Ciminelli. – 4ª Ed., São Paulo: Escrituras Editora, 2015.

REBOUÇAS, Aldo, da C.. **Desenvolvimento das águas subterrâneas no Brasil**. In: X Congresso Brasileiro de águas subterrâneas – Revista Águas Subterrâneas. – São Paulo: 1998 11p. ISSN (Eletrônico) 2179-9784. Disponível em: <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1178/showToc>. Acesso em 06 de Set. de 2015.

RECH, Daniella. **Leis e planos urbanos na produção da cidade: o caso de Chapecó, SC**. Dissertação (Mestrado em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2008.

REINTHALER, F. F.; POSCH, J.; FEIERL, G.; WUST, G.; HAAS, D.; RUCKENBAUER, G.; MASCHER, F.; MARTH, E. 2003. **Antibiotic resistance of Escherichia coli in sewage and sludge**. Water Research, 37: 685-1690.

ROCHA, Gerônimo Albuquerque. 1997. **O grande manancial do Cone Sul**. Estudos Avançados, USP, Estud. av. vol.11 no.30 São Paulo May/Aug. 30:191-212, 1997 Disponível

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141997000200013. Acesso 23-11-2017.

SANCHÍS, J.; KANTIANI, L.; LLORCA, M.; RUBIO, F.; GINEBREDA, A.; FRAILE, J.; GARRIDO, T.; FARRÉ, M.
Determination of glyphosate in groundwater samples using an ultrasensitive immunoassay and confirmation by on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. Anal. Bioanal Chem. 2011.

SANTA CATARINA. **Comitês de Bacias Hidrográficas de Santa Catarina** – CBH. Disponível em:
<http://www.cbh.gov.br/DataGrid/GridSantaCatarina.aspx>. Acesso em 10/09/2015.

SANTA CATARINA. **Decreto n.º 4.778 de 11 de Outubro de 2006.** Regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos, de domínio do Estado. Florianópolis, 2006.

SANTA CATARINA. EPAGRI/CIRAM/IFFSC, 2010. **Mapas de uso do solo** Disponível <http://ciram.epagri.sc.gov.br>. Acesso em outubro de 2017.

SANTA CATARINA. **Lei Estadual 9.748, de 30 de Novembro de 1994.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Florianópolis, 1994.

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675 de abril de 2009.** Código Estadual de Meio Ambiente. Florianópolis, 2009.

SANTA CATARINA. **Levantamento Aerofotogramétrico, 2013.** Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina (SIGSC). Disponível <http://sigsc.sds.sc.gov.br/>. Acesso 13-10- 2017.

SANTA CATARINA. **Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH N° 03 de 14 de agosto de 2014.** Dispõe sobre os procedimentos e critérios de natureza técnica a serem observados no exame dos pedidos de outorga de uso de águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

SANTA CATARINA. **Resolução Estadual nº 02, de 14 de Agosto de 2014**. Dispõe sobre o uso das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Defesa Civil. **Perfuração de Poços Artesianos**. Florianópolis. p 01. 2013. Disponível em: <http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/perfuracao-de-pocos-artesianos.html>. Acessado em 30/09/2013.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Fazenda (Org.). Diretoria de Contabilidade Geral. Santa Catarina em 2016: Balanço Geral. Vol. 1, **Relatório Técnico sobre a prestação de contas**. Florianópolis –SC, 2016. Disponível <http://www2.sef.sc.gov.br/transparenciasc/balanco-geral-do-estado/2016/Volume%20I.pdf>. Acesso 13-01-2018.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS. Diretoria de Recursos Hídricos – DRHI. **Plano estratégico de gestão integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó** – Florianópolis (SC). SDS/MPB engenharia. (2009).

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina**: diagnóstico geral. Florianópolis: Instituto CEPA, 1997. 1 CD-ROM

SANTOS, A.C. Noções de Hidroquímica. *In*: FEITOSA, F.A.C.; MANOEL, J.F. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 412 p.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**: espaço e tempo: razão e emoção. 3 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. 384 p.

SANTOS, Milton. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1985.

SANTOS, Milton. **Metamorfose do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1988.

SAQUET, M. A.; **Espaço, Região e Paisagem**: a construção de uma temática e de uma combinação teórico-conceitual. *In*: PONTILI. R. M.; COLAVITE. A. P.; (Orgs). Estudos regionais: enfoques

socioeconômicos, ambiental, educacional e da paisagem. – Campo Mourão: editora da FECILCAM, 2009. 335 p.

SCHEIBE, Luiz F. **Desenvolvimento sustentável, desenvolvimento durável**. In: Educação Ambiental e Compromisso Social: Pensamentos e Ações. ZAKRZEWSKI, Sônia B.; BARCELOS, Valdo (Org.) – Erechim, RS: EdiFAPESC, 2004. 352 p. ISBN: 85-88565-68-4.

SCHEIBE, Luiz Fernando. **O município como Geossistema: uma visão integradora**. In: SCHEIBE, Luiz Fernando; PELLERIN, Joel (Org.). Qualidade ambiental de municípios de Santa Catarina: o município de Sombrio. Florianópolis: FEPEMA, nº2, 1997, p. 136-142.

SCHEIBE, Luiz Fernando; HIRATA, Ricardo César Aoki. Contexto tectônico dos Sistemas Aquíferos Guarani e Serra Geral em Santa Catarina: uma revisão. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**, 15., 2008, Natal. Anais.... São Paulo: ABAS, 2008. p. 1 - 14. Disponível em:

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23794>. Acesso 25-01-2018.

SILVA, Diogo R. A.; KIRCHHEIM, Roberto E.; **Informações Hidrogeológicas Básicas do Estado de SC**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: Maceió - Alagoas, 27 de Novembro á 01 de Dezembro de 2011. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_Informacoes_Kirchheim.pdf. Acesso 09/10/2015.

SILVA, R.B.G. **Estudo Hidroquímico e Isotópico das Águas Subterrâneas do Aquífero Botucatu no Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. IGC/USP. 1983. 133 p.

SINDAG. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos Defesa Agrícola. Disponível em <www.sindag.com.br>. Acesso 23-06-2016.

SMANIOTTO, Mariano J. **Entrevista em 18/05/2015**. Geólogo e proprietário da perfuradora de poços Leão em Chapecó, desde a década de 1980. Chapecó-SC: 2015.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento**. In: Geografia: Conceito e Temas.

Organizadores Iná E. de Castro, Paulo C. da C. Gomes, Roberto Lobato Corrêa, 14ª ed. – Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2011. 352 p.

SOUZA, Reginaldo José. **O sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem) aplicado ao estudo sobre as dinâmicas socioambientais em Mirante do Paranapanema-SP.** Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia. UNESP: Presidente Prudente, 2010.

SOUZA, T.A.; MATTA, M.H.R; MONTAGNER, E.; ABREU, A.B.G. **Estudo de recuperação de glifosato e AMPA em solo utilizando-se resinas nacionais.** Química Nova, v.29, n.6, p.1372-1376, 2006.

SRACEK O.; HIRATA R. 2002. **Geochemical and stable isotopic evolution of the Guarani Aquifer System in the state of São Paulo, Brazil.** Hydrogeology Journal, 10:643-655.

STRASBURG, Virgílio José; JAHNO, Vanusca Dalosto. **Sustentabilidade de cardápio:** avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science ISSN 1980-993X – doi:10.4136/1980-993X. Disponível <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v10n4/1980-993X-ambiagua-10-04-00903.pdf>. Acesso 20-01-2018.

SUSAINABLE SANITATION AND WATER MANAGEMENT – SSWM. **Gestão integrada de Recursos Hídricos.** 2018. Disponível <https://www.sswm.info/pt-pt/category/step-gisa/conte%C3%BAdos/conte%C3%BAdos/m%C3%B3dulo-1-conceitos-de-gest%C3%A3o-integrada-e-sustent%C3%A1vel-de-%C3%A1gua-2>. Acesso 13-01-2018.

TELES, G. C.; PIMENTEL, M. A. da S. **A nova perspectiva de Geossistema, proposta por Bertrand, aplicada a bacia hidrográfica do rio Mocajuba - Nordeste Paraense.** Boletim Campineiro de Geografia, v. 5, n. 2, 2015. Disponível <http://agbcampinas.com.br/bcg/index.php/boletim-campineiro/article/view/239>. Acesso 10-10-2016

TORMEN, Érico. **Entrevista em 11/05/2015.** Empresário e proprietário da segunda perfuradora de poços de Chapecó, na década de 1980. Chapecó-SC: 2015.

TREVISOL, Joviles V.; SCHEIBE, Luiz F.(Org.). **Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe: Natureza e Sociedade.** – Joaçaba: Unoesc, 2011 394 p.

TRINDADE, Larissa de Lima. **Gestão Integrada de Recursos hídricos:** papel, potencialidades e limitações dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Tese (doutorado) Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2016. Disponível <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/173815/344113.pdf>. Acesso 13-12-2017.

VEADO, Renato Wagner Ad-Vincula. Geossismas de Santa Catarina. *In: Atlas Geográfico de Santa Catarina:* diversidade da Natureza-fascículo II/SC. Secretaria do Estado do Planejamento. Diretoria de estatística e cartografia; ROCHA, Isa de Oliveira (org) - Florianópolis: Ed. UDESC, 2014. 188p.

VICENZI, Renilda. **Mito e história na colonização do oeste catarinense.** Chapecó: Argos, 2008.

VILLAR, Pilar Carolina. **As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise.** Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XIX, n. 41 p. 83-102 jan.-mar. 2016.

WAGNER, Altair. **E... Chapecó levantou vôo.** Florianópolis: De Letra, 2005.

WEBSTER, L. F.; THOMPSON, B. C.; FULTON, M. H.; CHESTNUT, D. E.; VAN DOLAH, R. F.; LEIGHT, A. K.; SCOTT, G. I. 2004. **Identification of sources of Escherichia coli in South Carolina estuaries using antibiotic resistance analysis.** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 298: 179-195.

ZENI, Vera L. F. **Desenvolvimento de cenários visando a mitigação de impactos ambientais em rios urbanizados:** o caso do rio Passo dos Índios – Chapecó – SC. (Dissertação Mestrado) – Universidade Comunitária Regional de Chapecó – UNOCHAPECÓ, Chapecó, 2007.

ZOBY, José L. G.. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 11 a 14 de novembro de 2008: Natal - RN 2008. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23802/15867>. Acesso 10-01-2018.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Tabela geral com todas as análises realizadas nos 105 poços pesquisados

ID POÇO	ANÁLISE	ANO	SITUAÇÃO POÇO¹	RURAL URBANO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE(M)	PROF. POÇO (METROS)	N.E.²	N.D³	VAZÃO	4	5				
97	GERAL	2017	PARTICULAR	RURAL	331179	7001497	548	850	22,3		26.000	ACIMA POÇO	BOM				
99	GERAL	2012	PARTICULAR	RURAL	346545	7002177	380	640				ACIMA POÇO	BOM				
89	GERAL	2015	COMUNITÁRIO	RURAL	335010	7002186	731	840			60.000	ACIMA POÇO	BOM				
91	GERAL	2012	PARTICULAR	RURAL	348837	7002937	504	580				ACIMA POÇO	BOM				
92	GERAL	2012	PARTICULAR	RURAL	348949	7002954	498	800				ACIMA POÇO	BOM				
ID POÇO	6		7		ESGOTO⁴			pH	Tudidez	CE	Alcal. Total mg/L	Vol. AgNO3	Cloretos (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Sulfato (mg/L)	K (mg/L)
97	COMERCIAL/INDUSTRIAL				NÃO			8,7	6,90	766,00	126,000	8,70	20,80	0,9	2,0	91,0	130,0
99	RESIDENCIAL		FOSSAS NEGRA A 20 MT		NÃO			8,96	0,48	798,0	137,8	6,15	43,7	0,94	3,25	113,1	0,4
89	RESIDENCIAL		FOSSAS NEGRA A 20 MT		NÃO			6,45	0,07	159,6	72,4	0,16	1,1	0,02	2,37	<5,00	0,4
91	COMERCIAL/INDUSTRIAL		ABATEM 100 A 1200 SUINO POR DIA		NÃO			8,88	0,29	712,0	146,6	7,14	50,7	0,88	0,03	134,7	0,4
92	COMERCIAL/INDUSTRIAL		ABATEM 100 A 1200 SUINO POR DIA		NÃO			9,25	0,17	754,0	176,2	8,31	59,0	0,87	0,02	115,7	0,4
					MÉDIA			8,45	1,58	637,92	131,80	6,09	35,07	0,73	1,53	113,63	26,32
					MEDIANA			8,88	0,29	754,00	137,80	7,14	43,70	0,88	2,00	114,42	0,40
					MÁXIMO			9,25	6,90	798,00	176,20	8,70	59,00	0,94	3,25	134,68	130,00
					MÍNIMO			6,45	0,07	159,60	72,40	0,16	1,14	0,02	0,02	0,00	0,40

ID POÇO	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Fe(mg/L)	Mn (mg/l)	Colifor. Totais (NNP/ 100 mL)	C E. Coli (NNP/100 mL)
97	0,7	11,6	0,0	0,02		0	0
99	158,0	13,24	0,091	0,018	0,058		
89	158,0	14,86	0,163	0,113	0,073	0,0	0,0
91	176,0	6,34	0,023	0,107	0,070	0,0	0,0
92	176,0	6,86	0,015	0,124	0,073	0,0	0,0
MÉDIA	133,74	10,58	0,06	0,08	0,07	0,00	
MEDIANA	158,00	11,60	0,02	0,11	0,07	0,00	
MÁXIMO	176,00	14,86	0,16	0,12	0,07	0,00	
MÍNIMO	0,70	6,34	0,02	0,02	0,06	0,00	

¹ Comunitário, particular ou poço social

² Nível estático (metros)

³ Nível dinâmico (metros)

⁴ Localização estrutura poço

⁵ Conservação do poço

⁶ Usos da água

⁷ Possíveis causadores de poluição

⁸ Sistema de tratamento de esgoto

ID POÇO	ANÁLISE	ANO	SITUAÇÃO ¹	RURAL URBANO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	PROF. POÇO (METROS)	N.E. ² (METROS)	N. D. ³	VAZÃO	4	5
1	BTEX	1999	PARTICULAR	URBANO	340600	7001791	670	110	80,24	96	4.237	ACIMA POÇO	BOM
2	BTEX	1985	PARTICULAR	URBANO	333968	7001845	683	148				ACIMA POÇO	BOM
3	BTEX	2012	PARTICULAR	URBANO	339150	7002780	641	172		120	3.500	ABAIXO POÇO	BOM
4	BTEX		PARTICULAR	URBANO	333965	7001851	650					ACIMA POÇO	BOM
5	BTEX	1995	POÇO SOCIAL	URBANO	339183	7003769	661	132			16.000	ABAIXO POÇO	PRECÁRIA
6	BTEX	2003	PARTICULAR	URBANO	338359	7004079	696	106	21	102	2000	ABAIXO POÇO	PRECÁRIA
7	BTEX	1997	COMUNITÁRIO	URBANO	332781	7012709	600	102		60	25.000	ABAIXO POÇO	BOM
10	BTEX	2008	PARTICULAR	URBANO	338016	7008337	688	160	54		17.000	ACIMA POÇO	BOM
11	BTEX		POÇO SOCIAL	URBANO	339827	7000656	670					ABAIXO POÇO	BOM
13	GERAL	2002	COMUNITÁRIO	URBANO	337609	7005345	651	250	22	146	1.500	ACIMA POÇO	BOM
20	BTEX	1978	PARTICULAR	URBANO	338702	7001415	656	104				ABAIXO POÇO	BOM
22	BTEX	1987	PARTICULAR	URBANO	336362	7001546	629	140	60	80	8.000	ABAIXO POÇO	PRECÁRIA
28	GLIFOSATO/BTEX	1999	PARTICULAR	URBANO	336458	6991587	643	138	7,68	36	4.500	ACIMA POÇO	BOM
29	GERAL	2002	COMUNITÁRIO	URBANO	338905	7000568	676	142	98	103,5	4.188	ACIMA POÇO	BOM

ID POÇO	ANÁLISE	ANO	SITUAÇÃO¹	RURAL URBANO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE (M)	PROF. POÇO (METROS)	N.E² (METROS)	N.D³	VAZÃO	ESTRUT. POÇO	⁴
32	BTEX	2012	COMUNITÁRIO	URBANO	340006	7001445	682	111	83	105,2	7.000	ACIMA POÇO	BOM
34	BTEX	1990	COMUNITÁRIO	URBANO	343909	6995910	690	83	0,78	66,6	10.000	ACIMA POÇO	BOM
39	BTEX	1999	PARTICULAR	URBANO	339054	7004826	639	91	12	72	4.500	ACIMA POÇO	BOM
40	BTEX	2011	COMUNITÁRIO	URBANO	340107	7002552	658	125	63	64,2	15.800	ABAIXO POÇO	BOM
41	BTEX		POÇO SOCIAL	URBANO	340780	7002141	666					ABAIXO POÇO	PRECÁRIA
46	GERAL	2013	COMUNITÁRIO	URBANO	341919	6999827	728					ABAIXO POÇO	PRECÁRIA
47	GERAL	2009	COMUNITÁRIO	URBANO	341556	7002433	675	132	98,6	101,4	3.000	ABAIXO POÇO	BOM
51	GERAL	2011	COMUNITÁRIO	URBANO	339766	7003183	648	84	50	54	8.000	ABAIXO POÇO	BOM
52	GERAL	2010	COMUNITÁRIO	URBANO	339766	7003183	709	228	129	180	1.000	ACIMA POÇO	BOM
54	GERAL	2011	COMUNITÁRIO	URBANO	339481	7002255	645	101	15	30	10.400	ABAIXO POÇO	BOM
55	GERAL	2009	PARTICULAR	URBANO	339568	6999515	666	150	19,5	140	1.000	ACIMA POÇO	BOM
56	GERAL	1993	POÇO SOCIAL	URBANO	339766	7003133	652	100	14	87,5	10.560	MESMO NIVEL POÇO	BOM
57	GERAL	2013	COMUNITÁRIO	URBANO	337631	6997947	680	258	180		7.000	ACIMA POÇO	BOM
59	GERAL	2012	COMUNITÁRIO	URBANO	333829	7001477	633	310	120	284	1.500	ABAIXO POÇO	BOM
60	GERAL	2011	PARTICULAR	URBANO	339226	7003594	663	280	15	99	11.000	ACIMA POÇO	BOM

ID POÇO	ANÁLISE	ANO	SITUAÇÃO¹	RURAL URBANO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE (M)	PROF. POÇO (METROS)	N.E² (METROS)	N.D³	VAZÃO	ESTRUT. POÇO	⁴
61	GERAL	2011	COMUNITÁRIO	URBANO	339802	7001765	681	252	78	190	1.000	ABAIXO POÇO	BOM
63	GERAL	2012	COMUNITÁRIO	URBANO	338565	7001890	645	408			7.000	ABAIXO POÇO	BOM
65	GERAL	2010	COMUNITÁRIO	URBANO	340264	7000582	679	135	61	85	5.000	ABAIXO POÇO	BOM
66	GERAL	2005	COMUNITÁRIO	URBANO	340248	7000355	703	246	136,5	155	3.500	ACIMA POÇO	BOM
67	BTEX	1999	PARTICULAR	URBANO	339431	7002257	653	310	15	252	3.600	ABAIXO POÇO	BOM
68	GERAL	2012	COMUNITÁRIO	URBANO	338312	7001430	634	136			2.000	ABAIXO POÇO	BOM
71	GERAL	2011	PARTICULAR	URBANO	340207	7001467	664	110	0	87	3.500	ABAIXO POÇO	PRECÁRIA
72	GERAL	2016	PARTICULAR	URBANO	340757	7000894	679					ABAIXO POÇO	BOM
73	GERAL	2012	COMUNITÁRIO	URBANO	340672	7000849	684	162	102	130	3.500	ACIMA POÇO	BOM
74	GERAL	2016	PARTICULAR	URBANO	340140	7000815	683	150	5	17,86	12.000	ACIMA POÇO	BOM
81	GERAL		COMUNITÁRIO	URBANO	341886	6998965	729	100			8.000	MESMO NIVEL POÇO	BOM
82	GERAL	2002	COMUNITÁRIO	URBANO	334706	7002540	642	120	47	118	2.640	ACIMA POÇO	BOM
83	GERAL	2013	COMUNITÁRIO	URBANO	338767	7001875	637	116	5	28	3.500	ABAIXO POÇO	BOM
84	GERAL	2015	POÇO SOCIAL	URBANO	340171	7001359	665	150	135	140	4.000	ABAIXO POÇO	BOM
86	GERAL	1985	COMUNITÁRIO	URBANO	341212	7005234	657	90	36	64,8	12.000	ACIMA POÇO	BOM
87	GERAL	1998	POÇO SOCIAL	URBANO	341542	7002399	728	148	91,3	117,65	8.330	ACIMA POÇO	BOM
88	GERAL		POÇO SOCIAL	URBANO	340663	7000829	696	126	6,7	23,64	31.680	ACIMA POÇO	BOM
90	GERAL	2003	POÇO SOCIAL	URBANO	339568	6999515	638	150	109,86	110	5.000	ACIMA POÇO	BOM
95	GERAL	2012	COMUNITÁRIO	URBANO	341256	7005298	735	204	51,37	120	2.000	ACIMA POÇO	BOM
96	BTEX	2005	POÇO SOCIAL	URBANO	339489	7002726	726	318	56	215	3.000	ABAIXO POÇO	BOM
98	BTEX		POÇO SOCIAL	URBANO	340751	7000429	678	99				ABAIXO POÇO	BOM

ID POÇO	6	7	ESGOTO*	pH	Tudidez	CE	Vol. AgNO ₃	Cloretos (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Sulfato (mg/L)	K (mg/L)
1	COMERCIAL	FOSSAS NEGRAS 5 MT	NÃO	8,73	0,19	299,0	0,94	6,7	0,16	6,43	5,6	0,2
2	COMERCIAL	FOSSAS NEGRA A 10 MT	NÃO	5,92	0,07	179,2	0,94	6,7	0,09	6,00	<5,00	1,8
3	COMERCIAL	FOSSAS NEGRAS 5 MT E RESÍDUOS DE ÓLEOS	NÃO	6,00	0,12	155,8	0,79	5,6	0,03	3,81	<5,00	2,0
4	COMERCIAL	FOSSAS NEGRA A 15 MT	NÃO	6,54	0,33	51,3	0,11	0,8	0,08	0,05	<5,00	3,2
5	COMERCIAL	FOSSAS NEGRA A 10 MT E LAVACAR 10 MT	NÃO	6,78	1,59	170,8	0,22	1,6	0,10	0,15	<5,00	1,6
6	COMERCIAL	FOSSAS NEGRA A 10 MT E DENTRO DO LOCAL ONDE TROCA ÓLEO	NÃO	6,57	0,99	223,8	0,44	3,1	0,08	3,80	8,4	3,6
7	COMERCIAL E RESIDENCIAL		SIM	5,45	0,09	140,0	0,94	6,7	0,04	6,59	<5,00	2,4
10	COMERCIAL	FOSSAS NEGRA A 10 MT	NÃO	9,10	0,24	205,8	0,60	4,3	0,31	2,83	<5,00	0,2
11	COMERCIAL E RESIDENCIAL		SIM	9,45	0,32	287,4	0,61	4,3	0,29	3,53	<5,00	0,0
13	COMERCIAL E RESIDENCIAL		NÃO	6,64	0,80	137,5	0,29	2,1	0,18	0,13	<5,00	3,8
20	COMERCIAL	DEBAIXO DO POSTO DE LAVAGEM DE ÔNIBUS E OFICINA	SIM	7,95	0,39	275,2	0,70	5,0	0,31	3,53	<5,00	0,2
22	COMERCIAL	FOSSAS NEGRA A 10 MT, LAVAÇÃO DE CARROS 5MT	NÃO	7,24	0,11	400,0	1,27	9,0	0,28	3,21	6,7	0,4
28	INDUSTRIAL	FOSSAS NEGRA A 20 MT, DENTRO DO GALPÃO ONDE TEM QUÍMICOS TÓXICOS	NÃO	7,35	1,64	154,3	0,74	5,3	0,19	2,49	5,3	3,0
29	RESIDENCIAL		SIM	9,90	0,16	262,4	0,07	0,5	0,44	0,08	<5,00	0,0
32	COMERCIAL E RESIDENCIAL		SIM	8,45	0,25	525,0	1,28	9,1	0,16	5,63	<5,00	0,2

ID POÇO			ESGOTO*	pH	Turbidez	CE	Akal. Total mg/L	Vol. AgNO3	Cloretos (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Sulfato (mg/L)	K (mg/L)
34	COMERCIAL E RESIDENCIAL	CÓRREGO 20MT	NÃO	5,78	1,21	143,1	0,57	4,0	0,16	4,62	5,7	3,0	
39	COMERCIAL	FOSSAS NEGRA A 20 MT	NÃO	6,17	0,16	98,1	0,20	1,4	0,27	1,11	6,1	2,0	
40	COMERCIAL E RESIDENCIAL	NA OFICINA MECANICA, FOSSA NEGRA 10MT	NÃO	8,84	3,96	163,8	0,20	1,4	0,55	1,18	<5,00	0,4	
41	COMERCIAL E RESIDENCIAL		SIM	6,76	0,61	202,1	0,41	2,9	0,40	3,50	5,6	1,6	
46	RESIDENCIAL	FOSSA NEGRA A 10 MT	NÃO	6,67	0,33	97,5	0,18	1,3	0,31	1,98	<5,00	16,4	
47	COMERCIAL E RESIDENCIAL		SIM	7,16	0,09	294,6	0,82	5,8	0,30	5,07	<5,00	3,2	
51	COMERCIAL E RESIDENCIAL		SIM	6,20	0,71	193,6	1,32	9,4	0,06	5,74	<5,00	2,8	
52	COMERCIAL E RESIDENCIAL		NÃO	6,08	1,01	45,6	0,32	2,3	0,10	0,24	<5,00	1,4	
54	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSA NEGRA A 5 MT	NÃO	6,63	1,92	202,7	0,22	1,6	0,66	1,98	<5,00	6,0	
55	RESIDENCIAL		SIM	7,00	0,20	96,0	0,30	2,1	0,32	0,12	<5,00	5,4	
56	COMERCIAL		NÃO	6,07	1,19	116,3	0,45	3,2	0,14	3,08	<5,00	2,8	
57	RESIDENCIAL	FOSSA NEGRA A 10 MT, LAVOURA SOJA 5MT	NÃO	7,11	1,12	129,3	0,05	0,4	0,00	1,61	<5,00	1,0	
59	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSA NEGRA A 5 MT	NÃO	8,86	0,95	175,3	0,25	1,8	0,47	1,30	18,2	0,0	
60	COMERCIAL/INDUSTRIAL	FOSSA NEGRA A 30 MT	SIM	6,35	4,80	80,7	0,61	4,3	0,13	0,34	<5,00	3,0	
61	COMERCIAL E RESIDENCIAL		SIM	8,83	0,86	408,0	2,05	14,6	0,15	5,98	<5,00	2,4	
63	RESIDENCIAL	LAVACAR 10MT	SIM	4,32	0,21	191,5	0,77	5,5	0,08	6,99	<5,00	1,8	
65	RESIDENCIAL		SIM	6,37	0,78	338,0	1,10	7,8	0,13	4,62	<5,00	2,4	
66	COMERCIAL		SIM	9,26	0,64	331,0	0,95	6,7	0,17	3,35	<5,00	0,4	
67	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSA NEGRA A 15 MT	NÃO	8,57	2,69	428,0	1,73	12,3	0,40	5,28	<5,00	0,2	

ID POÇO	6	7	ESGOTO*	pH	Turbidez	CE	Alkal. Total mg/L	Vol. AgNO ₃	Cloretos (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Sulfato (mg/L)	K (mg/L)
68	INDUSTRIAL	FOSSA NEGRA A 10 MT, LAVOURA SOJA 10MT, LIXEIRA 1MT	NÃO	6,05	0,18	94,6	1,94	13,8	0,13	3,90	<5,00	3,2	
71	COMERCIAL/INDUSTRIAL	TODA ÁGUA DA LAVAGEM DA CALÇADA VAI PARA DENTRO DO POÇO	SIM	9,25	0,09	472,0	1,85	13,1	0,26	5,54	<5,00	0,0	
72	RESIDENCIAL		SIM	9,33	2,67	344,0	0,30	2,1	0,55	2,56	<5,00	0,4	
73	COMERCIAL/IRRIGAÇÃO HORTAS	FOSSA NEGRA A 15 MT	NÃO	8,98	0,11	438,0	0,99	7,0	0,28	3,74	<5,00	4,6	
74	IRRIGAÇÃO		NÃO	6,39	0,68	197,1	0,68	4,8	0,19	4,77	<5,00	9,2	
81	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSAS NEGRA A 15 MT	NÃO	6,36	0,32	90,1	0,12	0,9	0,34	0,63	<5,00	18,2	
82	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSAS NEGRA A 20 MT POÇO O LADO DE CNO DE ESGOTO	NÃO	6,48	0,09	104,1	1,77	12,6	0,47	0,81	<5,00	2,8	
83	RESIDENCIAL		SIM	6,38	0,36	148,5	1,59	11,3	0,13	4,33	<5,00	2,4	
84	COMERCIAL E RESIDENCIAL		SIM	7,27	0,27	400,0	1,85	13,1	0,12	6,17	<5,00	0,8	
86	COMERCIAL E RESIDENCIAL		NÃO	9,27	0,33	747,0	8,06	57,2	0,91	0,01	115,2	1,0	
87	COMERCIAL E RESIDENCIAL		NÃO	6,53	0,26	91,0	0,32	2,3	0,16	0,06	<5,00	24,4	
88	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSAS NEGRA A 5 MT	NÃO	6,24	0,06	113,6	0,96	6,8	0,19	3,33	<5,00	12,0	
90	COMERCIAL		SIM	6,51	0,19	266,7	2,26	16,0	0,31	5,57	<5,00	8,4	
95	RESIDENCIAL	FOSSAS NEGRA A 15 MT	NÃO	7,66	0,72	175,6	0,43	3,1	0,02	1,25	<5,00	0,2	
96	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSAS NEGRA A 15 MT	NÃO	7,37	0,09	151,5	0,26	1,8	0,17	0,66	<5,00	0,2	
98	COMERCIAL	FOSSAS NEGRA A 20 MT	NÃO	6,35	1,18	153,9	0,74	5,3	0,36	3,47	8,7	3,2	
			MÉDIA	7,23	0,77	223,81	0,93	6,61	0,24	3,06	18,56	3,40	
			MEDIANA	6,72	0,33	177,40	0,69	4,91	0,19	3,34	6,41	2,20	
			MÁXIMO	9,90	4,80	747,00	8,06	57,23	0,91	6,99	115,24	24,40	
			MÍNIMO	4,32	0,06	45,60	0,05	0,36	0,00	0,01	0,00	0,00	

ID POÇO	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Fe(mg/L)	Mn (mg/l)	Colifor. Totais (NNP/ 100 mL)	C E. Coli (NNP/100 mL)
1	70,0	18,02	0,268	0,150	0,060	0,0	0,0
2	19,0	27,17	1,673	0,175	0,080	4,1	0,0
3	12,0	25,95	2,130	0,189	0,081	0,0	0,0
4	6,0	10,57	0,967	0,167	0,078	12,2	0,0
5	45,0	15,72	0,566	0,288	0,074	0,0	0,0
6	9,0	29,27	7,804	0,162	0,058	0,0	0,0
7	24,0	14,34	0,161	0,313	0,273	0,0	0,0
10	48,0	14,29	1,292	0,136	0,062	2,0	0,0
11	75,0	6,86	0,026	0,191	0,064	14,5	0,0
13	28,0	13,14	2,062	0,180	0,087	0,0	0,0
20	65,0	18,14	0,462	0,122	0,063	7,4	0,0
22	49,0	60,38	0,748	0,083	0,056	2,0	0,0
28	16,0	18,11	3,724	0,427	0,045	9,8	0,0
29	68,0	6,75	0,017	0,095	0,008	0,0	0,0
32	142,0	8,70	0,041	0,074	0,029	0,0	1,0
34	16,0	18,16	1,697	0,543	0,115	0,0	0,0
39	8,0	15,24	3,030	0,152	0,103	1,0	1,0
40	49,0	9,99	0,218	1,915	0,136	>2419,6	1,0
41	27,0	30,73	1,282	0,181	0,115	410,6	8,5
46	11,0	16,55	2,003	0,214	0,025	>2419,6	9,8
47	62,0	20,83	0,597	0,052	0,024	3,1	0,0
51	17,0	23,77	3,567	0,107	0,109	228,2	0,0
52	11,0	7,58	0,366	0,281	0,105	0,0	0,0
54	29,0	25,30	2,164	0,190	0,062	0,0	0,0
55	16,0	14,71	1,112	0,159	0,040	2,0	0,0

ID POÇO	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Fe(mg/L)	Mn (mg/l)	Colifor. Totais (NNP/ 100 ml)	C E. Coli (NNP/100 ml)
56	8,0	18,61	2,753	0,175	0,089	0,0	0,0
57	17,0	19,45	0,795	0,331	0,072	2,0	0,0
59	45,0	11,79	0,005	0,064	0,099	0,0	0,0
60	8,0	13,44	1,543	0,666	0,103	0,0	0,0
61	94,0	8,60	0,044	0,160		11,0	0,0
63	32,0	10,55	1,264	0,061	0,856	0,0	0,0
65	78,0	8,86	0,279	0,383	0,102	14,8	0,0
66	80,0	7,62	0,117	0,093	0,095	0,0	0,0
67	96,0	8,85	0,233	0,402	0,056	0,0	0,0
68	13,0	11,77	1,849	0,004	0,085	0,0	0,0
71	100,0	5,55	0,044	0,049	0,083	0,0	0,0
72	85,0	5,18	0,014	0,120	0,043	29,5	0,0
73	99,0	9,56	0,180	0,035	0,029	5,0	0,0
74	20,0	29,15	2,290	0,081	0,036	6,3	0,0
81	11,0	18,89	2,264	0,065	0,024	17,7	7,1
82	13,0	16,56	1,272	0,144	0,046	0,0	0,0
83	16,0	22,81	2,849	0,277	0,111	344,8	155,3
84	81,0	17,94	1,250	0,050	0,092	0,0	0,0
86	34,0	16,31	0,973	0,085	0,073	2,0	0,0
87	7,0	18,10	0,704	0,324	0,031	0,0	0,0
88	11,0	16,04	2,999	0,035	0,014	17,3	0,0
90	29,0	33,09	2,899	0,196	0,027	16,0	4,1
95	20,0	25,39	2,347	0,243	0,097	26,5	0,0
96	39,0	15,11	1,520	0,169	0,079	0,0	0,0
98	15,0	22,07	2,543	0,280	0,112	22,1	0,0
MÉDIA	39,46	17,23	1,42	0,22	0,09	25,25	
MEDIANA	27,50	16,18	1,26	0,16	0,07	1,50	
MAXÍMIMO							
MÍNIMO	142,00	60,38	7,80	1,92	0,86	410,60	

¹ Comunitário, particular ou poço social

² Nível estático (metros)

³ Nível dinâmico (metros)

⁴ Localização estrutura poço

⁵ Conservação do poço

⁶ Usos da água

⁷ Possíveis causadores de poluição

⁸ Sistema de tratamento de esgoto

ID POÇO	ANÁLISE	ANO	SITUAÇÃO ¹	RURAL URBANO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE (M)	PROF. POÇO (METROS)	N.E ² (METROS)	N.D ³	VAZÃO	ESTRUT. POÇO	⁵
8	GLIFOSATO	2002	COMUNITÁRIO	RURAL	332778	7012704	662	80	3,5	24	7000	ACIMA POÇO	BOM
9	GLIFOSATO	1992	PARTICULAR	RURAL	329663	7011656	645	102				ACIMA POÇO	BOM
12	GLIFOSATO		PARTICULAR	RURAL	321572	7009956	615	128			9.000	ACIMA POÇO	BOM
14	GLIFOSATO	2014	COMUNITÁRIO	RURAL	332859	7004554	617	150	8,5	116	7.000	ACIMA POÇO	BOM
15	GLIFOSATO	2014	COMUNITÁRIO	RURAL	337904	7002518	597	96	11	60	12.000	ACIMA POÇO	BOM
16	GLIFOSATO	2012	COMUNITÁRIO	RURAL	331401	7013046	648					ACIMA POÇO	BOM
17	GLIFOSATO		PARTICULAR	RURAL	342662	6998388	745					ACIMA POÇO	BOM
18	GLIFOSATO		COMUNITÁRIO	RURAL	342002	6998678	710					ACIMA POÇO	BOM
19	GLIFOSATO	1999	PARTICULAR	RURAL	339359	7007680	714	138	6,35	20,38	15.000	ACIMA POÇO	PRECÁRIA
23	GLIFOSATO		PARTICULAR	RURAL	335350	7000056	526	102	20,85	32	3.700	ACIMA POÇO	BOM
24	GLIFOSATO/BTEX	2011	COMUNITÁRIO	RURAL	331873	7001358	638	210	18	210	2.830	ACIMA POÇO	BOM
25	GLIFOSATO	2011	PARTICULAR	RURAL	327183	7015165	594	292	223	255	6.000	ACIMA POÇO	BOM
26	GLIFOSATO		PARTICULAR	RURAL	335294	7012621	670	174	12,57	96	2.000	ABAIXO POÇO	BOM
27	GLIFOSATO	1982	PARTICULAR	RURAL	335196	7012781	689	140				ACIMA POÇO	BOM
30	GLIFOSATO	1991	PARTICULAR	RURAL	339513	7007689	673	110	76	90	5.000	ACIMA POÇO	BOM
31	GLIFOSATO	2015	PARTICULAR	RURAL	342148	7009494	682	153	95	96	3.000	ACIMA POÇO	BOM
33	GLIFOSATO	2012	PARTICULAR	RURAL	342145	7009501	505	176	16,5	164	3.600	ACIMA POÇO	BOM
35	GLIFOSATO	2014	COMUNITÁRIO	RURAL	342960	7007771	512	161	6	115	3.000	ACIMA	BOM

ID POÇO	ANÁLISE	ANO	SITUAÇÃO¹	RURAL URBANO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE (M)	PROF. POÇO (METROS)	N.E² (METROS)	N.D³	VAZÃO	ESTRUT. POÇO	⁴
36	BTEX	2014	COMUNITÁRIO	RURAL	344311	6993163	724	204	123,85	133,5	4.500	ACIMA POÇO	BOM
37	GLIFOSATO/BTEX	2010	PARTICULAR	RURAL	336768	6990352	652					ACIMA POÇO	BOM
38	GLIFOSATO		PARTICULAR	RURAL	335201	7012778	485	120			3.000	ACIMA POÇO	BOM
42	GLIFOSATO		PARTICULAR	RURAL	346947	7000732	726					ACIMA POÇO	BOM
43	GLIFOSATO	2012	PARTICULAR	RURAL	329373	7006542		200	3,5	170	1.000	ACIMA POÇO	BOM
44	GLIFOSATO	2013	PARTICULAR	RURAL	321584	7009940	604	100	78,5	85	3.000	ACIMA POÇO	BOM
45	GLIFOSATO		PARTICULAR	RURAL	335357	6998156	629					ACIMA POÇO	BOM
48	GERAL	2014	COMUNITÁRIO	RURAL	341581	6997581	750	150	43	106	10.000	ACIMA POÇO	BOM
50	GERAL	2011	PARTICULAR	RURAL	339766	7003183	605					ACIMA POÇO	BOM
53	GERAL		COMUNITÁRIO	RURAL	336513	7011822	619					ACIMA POÇO	BOM
58	GERAL	2011	PARTICULAR	RURAL	327006	6988411	686	270	145	150	4.000	ACIMA POÇO	BOM
64	GERAL		PARTICULAR	RURAL	339439	6996261	655	91	16,6	80	3.000	ACIMA POÇO	BOM
69	GERAL	2014	PARTICULAR	RURAL	341774	7001685	761	100	36,2	40	2.000	ABAIXO POÇO	BOM
70	BTEX	2012	POÇO SOCIAL	RURAL	339481	7002255	671	160				ABAIXO POÇO	BOM
21	BTEX	2012	PARTICULAR	RURAL	335580	7000977	617	320	148	270	1.000	ACIMA POÇO	BOM
49	GERAL	2012	PARTICULAR	RURAL	340192	6995968	737	204	146,6	180	1500	ACIMA POÇO	BOM
80	GERAL	1992	POÇO SOCIAL	RURAL	335653	7002210	628	106	1,28	4,44	14.666	ACIMA POÇO	BOM
75	GERAL	2011	POÇO SOCIAL	RURAL	336076	6997869	641	159	28,5	90	5000	MESMO NIVEL POÇO	BOM
76	GERAL	2009	COMUNITÁRIO	RURAL	340203	6995989	697					ACIMA POÇO	BOM

ID POÇO	ANÁLISE	ANO	SITUAÇÃO ^a	RURAL URBANO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE (M)	PROF. POÇO (METROS)	N.E ² (METROS)	N.D ³	VAZÃO	ESTRUT. POÇO	'
												POÇO	
85	GERAL	2015	PARTICULAR	RURAL	332100	6981389	311	112				ACIMA POÇO	BOM
77	GERAL	2009	PARTICULAR	RURAL	336514	7011824	713					ACIMA POÇO	BOM
100	GERAL	1989	PARTICULAR	RURAL	343900	7000300	718	102				ACIMA POÇO	BOM
78	GERAL	2011	PARTICULAR	RURAL	337502	7004006	722	102	25	27	19.268	ACIMA POÇO	BOM
79	GERAL	2012	PARTICULAR	RURAL	344831,11	6993714	705	160	143	145	2000	ACIMA POÇO	BOM
62	GERAL	2010	PARTICULAR	RURAL	344839,77	7006715,8	487	100	33	80	5.012	ACIMA POÇO	BOM
94	GERAL	2014	PARTICULAR	RURAL	343111,21	7000328,4	772,539	100,5	30	60	2500	ACIMA POÇO	BOM
93	GERAL	2013	PARTICULAR	RURAL	338052,24	6990111,1	660,787	84	7	25	15.000	ACIMA POÇO	BOM
101	GERAL	2009	PARTICULAR	RURAL	332211,67	6986143,8	608,155	126	45	90	10000	ACIMA POÇO	BOM
102	GERAL	2008	PARTICULAR	RURAL	333919,45	7009936,8	648,29	150	28	78	20000	ACIMA POÇO	BOM
103	GERAL	2010	PARTICULAR	RURAL	333315,44	7008944,1	628,824	168	100	120	3000	ACIMA POÇO	BOM
104	GERAL	2012	PARTICULAR	RURAL	334354,87	7008330,3	700,681	202	66	90	1800	ACIMA POÇO	BOM
105	GERAL	2009	PARTICULAR	RURAL	334354,87	7008330,3	700,681	202	66	90	1800	ACIMA POÇO	BOM

ID POÇO	6	7	ESGOTO*	pH	Turbidez	CE	Alcal. Total mg/L	Vol. AgNO ₃	Cloretos (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Sulfato (mg/L)	K (mg/L)
1	RESIDENCIAL/ANIMAIS	POTREIRO 50 MT, NA LAVOURA DE MILHO	NÃO	7,51	0,64	149,9	67,4	0,19	1,3	0,29	1,62	5,0	0,6
2	RESIDENCIAL/ANIMAIS	CHIQUEIRO 25 MT, LAVOURA MILHO 200 MT, AÇUDE 5 MT	NÃO	6,57	18,00	227,0	53,8	0,49	3,5	0,20	7,72	<5,00	1,8
3	RESIDENCIAL/ANIMAIS	AVIÁRIO 200 MT, LAVOURA 20 MT	NÃO	7,80	0,54	241,5	114,2	0,44	3,1	0,32	0,48	6,2	0,6
4	RESIDENCIAL/ANIMAIS	LAVOURA DE MILHO 50 MT	NÃO	6,98	2,50	177,0	85,6	0,25	1,8	0,48	0,21	<5,00	2,0
5	COMERCIAL E RESIDENCIAL	POÇO NAS HORTAS	NÃO	7,32	0,32	109,6	51,6	0,38	2,7	0,28	0,07	<5,00	0,6
6	RESIDENCIAL/ANIMAIS	CHIQUEIRO 100 MT, LAVOURA 50 MT, AVIÁRIO 250 MT, NO POTREIRO	NÃO	7,42	0,33	197,0	85,4	0,30	2,1	0,27	1,88	<5,00	0,6
7	RESIDENCIAL/ANIMAIS	FOSSAS NEGRAS 5 MT, LAVOURA MILHO 3 MT	NÃO	6,98	0,63	189,1	75,8	0,22	1,6	0,35	0,43	18,9	1,8
10	RESIDENCIAL/ANIMAIS	FOSSAS NEGRA A 30 MT, AVIÁRIO 20MT	NÃO	5,19	0,13	95,1	6,2	0,40	2,8	0,23	5,83	<5,00	2,6
11	RESIDENCIAL/ANIMAIS/COMERCIAL	POÇO NO POTREIRO, LAVOURA SOJA 200MT, AÇUDE 7MT, CRIAÇÃO DE 170 VACAS LEITEIRAS	NÃO	7,09	0,16	208,7	99,0	0,25	1,8	0,32	0,02	<5,00	1,4
13	RESIDENCIAL	LAVOURA 50 MT, POTREIRO 10MT	NÃO	7,33	0,42	252,3	82,6	0,25	1,8	0,34	1,00	40,8	0,6
20	RESIDENCIAL/ANIMAIS	DENTRO DA LAVORA DE SOJA, FOSSA NEGRA 60MT	NÃO	6,55	0,23	62,0	29,6	0,34	2,4	0,34	0,01	<5,00	2,6
22	COMERCIAL E RESIDENCIAL	POTREIRO 1MT, GALPÕES DE EMBALAGENS, AGROTOXICOS USADAS 12 MT	NÃO	9,37	0,39	290,2	135,2	0,16	1,1	0,44	0,30	5,6	0,0
28	RESIDENCIAL/ANIMAIS	FOSSAS NEGRA A 10 MT	NÃO	7,53	1,44	243,7	112,6	0,44	3,1	0,38	0,17	<5,00	0,4
29	RESIDENCIAL/ANIMAIS	CHIQUEIRO 50MT, DENTRO DA LAVOURA DE MILHO	NÃO	6,67	0,35	180,7	39,4	0,54	3,8	0,29	6,10	<5,00	1,4
32	IRRIGAÇÃO	4 AVIÁRIOS 250MT, LAVOURA SOJA 40 MT	NÃO	9,38	0,22	232,0	112,0	0,22	1,6	0,40	0,68	<5,00	0,2
34	RESIDENCIAL E COMERCIAL (IRRIGAÇÃO)	LAVOURA MILHO 500 MT, HORTAS GRANDE ESCALA 20MT	NÃO	9,74	1,53	245,4	109,8	0,14	1,0	0,52	0,32	5,4	0,2

ID POÇO	6	7	ESGOTO*	pH	Turbidez	CE	Alcal. Total mg/L	Vol. AgNO3	Cloretos (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Sulfato (mg/L)	K (mg/L)
39	RESIDENCIAL/ANIMAIS	FOSSAS NEGRA A 25 MT, AVIARIO 50MT, LAVOURAS 15MT	NÃO	8,00	0,21	262,2	108,8	0,50	3,6	0,32	3,49	<5,00	0,2
40	RESIDENCIAL/ANIMAIS	AVIARIO 35 MT, LAVOURA 6 MT	NÃO	7,90	0,54	158,8	71,2	0,19	1,3	0,31	1,02	<5,00	0,4
41	RESIDENCIAL/ANIMAIS	AÇUDE 10MT, DENTRO DA LAVOURA MILHO	NÃO	9,43	0,21	181,5	79,0	0,11	0,8	0,34	0,17	<5,00	0,4
46	COMERCIAL E RESIDENCIAL	BANHADO 5MT	NÃO	8,74	0,86	165,7	87,4	0,16	1,1	0,27	5,86	<5,00	0,2
47	RESIDENCIAL/ANIMAIS	AVIARIO 20 MT, LAVOURA 40 MT	NÃO	7,14	0,11	229,0	82,6	0,42	3,0	0,34	5,09	<5,00	0,2
51	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSA NEGRA A 10 MT	NÃO	9,56	0,62	275,5	109,8	0,16	1,1	0,53	0,25	22,0	0,0
52	RESIDENCIAL/ANIMAIS	FOSSA NEGRA A 50 MT, AVIARIO 200MT, LAGOA ESTABILIZAÇÃO 30MT	NÃO	6,81	1,60	120,3	59,6	0,07	0,5	0,20	0,38	<5,00	3,2
54	RESIDENCIAL/ANIMAIS	FOSSA NEGRA 50MT, CHIQUEIRO 1500MT, AVIARIO 800MT, LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO 1500MT, LAVOURA 1500MT	NÃO	7,23	17,60	353,0	173,2	0,15	1,1	0,30	0,07	5,9	1,0
55	RESIDENCIAL IRRIGAÇÃO MORANGOS	LAVOURA 10MT, LAGOA ESTABILIZAÇÃO 15MT	NÃO	7,34	1,54	239,8	109,0	0,75	5,3	0,54	0,07	7,1	0,4
56	RESIDENCIAL	FOSSAS NEGRA A 100 MT, LAVOURA 25MT	NÃO	6,13	0,44	44,6	21,4	0,40	2,8	0,21	0,13	<5,00	10,2
57	COMERCIAL INDUSTRIAL	AÇUDE 7MT, POÇO DENTRO DE HORTA EXIREMENTAL	NÃO	5,74	0,20	50,5	22,2	0,38	2,7	0,00	0,66	<5,00	2,4
59	COMERCIAL E RESIDENCIAL		NÃO	9,21	0,16	271,2	144,0	0,13	0,9	0,92	0,33	<5,00	0,0
60	RESIDENCIAL/ANIMAIS		NÃO	9,73	0,68	309,0	305,6	0,06	0,4	0,98	0,02	<5,00	0,0
61	INDUSTRIAL	LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO - FRIGORIFICO- 1MT	NÃO	7,11	1,48	169,4	84,0	0,00	0,0	0,57	0,60	<5,00	8,6
63	COMERCIAL	FOSSA NEGRA A 10 MT	NÃO	6,48	0,14	214,2	95,4	0,55	3,9	0,17	3,39	<5,00	11,0
65			NÃO	7,09	5,97	186,9	93,4	0,00	0,0	0,86	0,09	<5,00	1,4
66	COMERCIAL		NÃO	6,71	0,29	197,5	70,8	0,54	3,8	0,28	3,47	<5,00	2,2
67	COMERCIAL	DENTRO DO CEMITERIO	NÃO	6,65	0,51	92,4	47,6	0,15	1,1	0,00	0,26	<5,00	1,8
68	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSA NEGRA A 50 MT, ESTANDE DE TIROS 4MT	NÃO	9,80	0,34	147,9	64,0	0,38	2,7	0,17	2,10	<5,00	2,0
71	COMERCIAL E RESIDENCIAL	FOSSA NEGRA A 15 MT	NÃO	6,87	4,61	252,7	150,2	0,25	1,8	0,00	0,54	<5,00	2,2

ID POÇO	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Fe(mg/L)	Mn (mg/l)	Colifor. Totais (NNP/ 100 mL)	C E. Coli (NNP/100 mL)
1	15,0	19,03	4,735	0,211	0,072	1,0	0,0
2	22,0	26,46	4,269	1,862	0,148	435,2	0,0
3	25,0	26,75	7,735	0,158	0,074	387,3	0,0
4	13,0	20,59	6,620	0,369	0,858	0,0	0,0
5	31,0	12,46	0,493	0,152	0,072	0,0	0,0
6	20,0	26,81	6,410	0,195	0,060	51,2	0,0
7	13,0	30,28	3,168	1,352	0,383	2,0	0,0
10	4,0	14,06	2,464	0,144	0,107	1,0	0,0
11	21,0	34,77	3,164	0,076	0,065	0,0	0,0
13	27,0	31,98	3,891	0,124	0,074	150,0	0,0
20	10,0	11,14	1,145	0,116	0,069	0,0	0,0
22	75,0	6,48	0,198	0,086	0,013	0,0	0,0
28	32,0	29,36	3,598	0,131	0,089	325,5	0,0
29	8,0	22,52	5,784	0,105	0,016	5,2	0,0
32	61,0	9,50	1,163	0,083	0,020	158,5	0,0
34	67,0	7,01	0,459	0,329	0,049	214,3	0,0
39	48,0	22,72	2,634	0,107	0,038	235,9	0,0
40	16,0	20,93	4,553	0,095	0,019	47,1	0,0
41	54,0	6,16	0,157	0,067	0,019	0,0	0,0
46	49,0	9,87	0,140	0,066	0,016	0,0	45,5
47		29,90	4,458	0,107	0,035	>2419,6	0,0
51	71,0	7,88	0,021	0,154	0,104	18,7	0,0
52	17,0	16,94	1,629	0,189	0,104	179,3	0,0
54	27,0	36,78	14,465	1,528	0,615	290,9	32,1
55	45,0	23,23	1,440	0,154	0,179	xxx	xxx

Apêndice 2 - Questionário aplicado

PESQUISA SOBRE ORIGEM DA AGUA CONSUMIDA E O DESTINO DO ESGOTAMENTO SANITARIO
LOCALIZAÇÃO: BAIRRO _____
HA QUANTOS ANOS MORA EM CHAPECO: _____
1) IDADE <input type="checkbox"/> ATÉ 18 ANOS () DE 18 A 24 ANOS () DE 25 A 34 ANOS () DE 35 A 44 ANOS () DE 45 A 54 ANOS () DE 55 A 64 ANOS () ACIMA DE 65 ANOS
2) GÊNERO <input type="checkbox"/> FEMININO () MASCULINO
3) ESCOLARIDADE <input type="checkbox"/> FUNDAMENTAL COMPLETO (DE 1ª A 9ª SÉRIE=PRIMÁRIO E GINÁSIO) <input type="checkbox"/> FUNDAMENTAL INCOMPLETO <input type="checkbox"/> ENSINO MÉDIO (COLEGIO) COMPLETO <input type="checkbox"/> ENSINO MÉDIO (COLEGIO) INCOMPLETO <input type="checkbox"/> ENSINO SUPERIOR COMPLETO <input type="checkbox"/> ENSINO SUPERIOR INCOMPLETO <input type="checkbox"/> NÃO SABER <input type="checkbox"/> OUTRO
4) VOCE SABE DE ONDE VEM A AGUA CONSUMIDA EM SUA CASA OU APARTAMENTO? <input type="checkbox"/> SIM () NÃO CASO FOR SIM, NOS DIGA: <input type="checkbox"/> CASAN <input type="checkbox"/> POÇO <input type="checkbox"/> AGUA MINERAL <input type="checkbox"/> FONTE NASCENTE <input type="checkbox"/> OUTRO QUAL: _____
5) SE VOCE NÃO TOMA AGUA DA CASAN EM SUA RESIDENCIA, NOS DIGA QUE AGUA TOMA E POR QUE OPTOU POR OUTRA FONTE DE AGUA PARA SEU CONSUMO?
6) SE VOCE TOMA AGUA DE POÇO OU NASCENTE, TEM ACESSO AS ANALISES REGULARMENTE SOBRE A QUALIDADE DESSA AGUA? <input type="checkbox"/> SIM
<input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
7) CASO SUA FONTE DE AGUA PARA CONSUMO SEJA POÇO OU NASCENTE, A AGUA PASSA POR ALGUM TRATAMENTO OU DESINFECÇÃO ANTES DO CONSUMO? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SEI SE A RESPOSTA FOR NÃO, NOS DIGA POR QUE ACHA QUE NÃO É NECESSÁRIO FAZER UMA DESINFECÇÃO DESSA AGUA?
8) VOCE SABE QUALE O DESTINO DO ESGOTAMENTO SANITARIO PRODUZIDO EM SUA RESIDENCIA (BANHEIRO, CHUVEIRO, PIA, MAQUINA DE LAVAR, ETC)? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO CASO FOR SIM, NOS DIGA: <input type="checkbox"/> FOSSA SEPTICA <input type="checkbox"/> TRATAMENTO INDIVIDUAL (AS MINI ESTAÇÕES DE FIBRA, EXIGENCIA DA PREFEITURA, ATUALMENTE). <input type="checkbox"/> REDE PUBLICA COLETORA DE ESGOTO <input type="checkbox"/> RIO <input type="checkbox"/> A CEU ABERTO <input type="checkbox"/> OUTRO QUAL: _____
9) SOBRE A REDE COLETORA DE ESGOTO, COMO VOCE TOMOU CONHECIMENTO, PELA PRIMEIRA VEZ, DA EXISTENCIA NA RUA DA SUA RESIDENCIA? <input type="checkbox"/> JORNAL <input type="checkbox"/> RADIO <input type="checkbox"/> PANFLETO <input type="checkbox"/> ATRAVES DA COBRANCA NA CONTA DA AGUA <input type="checkbox"/> QUANDO OS FUNCIONARIOS PASSARAM FAZENDO AS OBRAS <input type="checkbox"/> POR MEIO DE UM CONHECIDO <input type="checkbox"/> NÃO SABE <input type="checkbox"/> OUTRO: _____
10) COMO VOCE AVALIA O SEU GRAU DE INTERESSE E PREOCUPAÇÃO QUANTO AO PROBLEMA DA DESTINAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITARIO IN NATUREZA? <input type="checkbox"/> ELEVADO GRAU DE INTERESSE

<input type="checkbox"/> MÍDIO GRAU DE INTERESSE <input type="checkbox"/> BAIXO GRAU DE INTERESSE
11) VOCE SABE A ORIGEM DA ÁGUA QUE A CASAN CAPTA E TRATA PARA DISTRIBUIÇÃO NA CIDADE? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO *CASO SUA RESPOSTA FOR <u>SIM</u> , ESCREVA QUAL É A ORIGEM DA CAPTAÇÃO DA ÁGUA PELA CASAN?
12) VOCE SE PREOCUPA COM A QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA POR VOCE E SUA FAMÍLIA? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO POR QUE? _____
13) NA SUA CONCEPÇÃO, A QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM SUA RESIDÊNCIA E A DESTINAÇÃO ADEQUADA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE SUA CASA PODE RELACIONAR-SE COM SAUDE, QUALIDADE DE VIDA OU ATE DOENÇAS? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
14) TEM ALGUMA SANGA OU RIO PROXIMO A SUA CASA? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SEI *CASO SUA RESPOSTA SEJA <u>SIM</u> , QUAL É A APARÊNCIA DESSE CORREGO OU SANGA?
15) VOCE CONHECE ALGUM TRAJETO DE RIOS CANALIZADOS NA CIDADE DE CHAPECO? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO *SE SUA RESPOSTA FOR SIM, NOS LOCALIZE.
16) VOCE CONCORDA COM A CANALIZAÇÃO DOS RIOS URBANOS? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SEI
17) DESCREVA ALGUNS BENEFÍCIOS DA CANALIZAÇÃO DOS RIOS, NA SUA OPINIÃO (CASO ACHAR QUE TENHA):
18) DESCREVA ALGUNS PONTOS NEGATIVOS DA CANALIZAÇÃO DOS RIOS, NA SUA OPINIÃO (CASO ACHAR QUE TENHA):
19) EM CHAPECO, QUANDO CHOVE FORTE, EM ALGUNS PONTOS DA CIDADE, GERALMENTE ONDE HA CORREGOS CANALIZADOS OCORREM ALAGAMENTOS, NA SUA OPINIÃO, POR QUE ISSO OCORRE?
20) VOCE ACREDITA SER POSSÍVEL DESPOLUIR OS RIOS URBANOS DE CHAPECO? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> NÃO SEI *SE <u>SIM</u> , DESCREVA COMO, OU O QUE PODERIA SER FEITO PARA ISSO?

Apêndice 3 – Ficha de campo

FORMULÁRIO PARA CADASTRAMENTO DE POÇOS				
INFORMAÇÕES BÁSICAS DO POÇO				
Qual a fonte das informações? <input type="checkbox"/> Coleta <input type="checkbox"/> Levantamento junto a terceiros. Quem/qual?				
Ponto:		Coordenadas		
Localidade:		UTM S	UTM W	Latitude
Município:				Longitude
Em operação? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Qual o uso da água? <input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Comercial	Possui acesso à amostragem? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Se sim. Como se dá o acesso? <input type="checkbox"/> Possui torneira na boca do poço <input type="checkbox"/> No reservatório <input type="checkbox"/> Após o reservatório	Prof.: metros Diâmetro do poço: <input type="checkbox"/> <4" <input type="checkbox"/> 4"(10cm) <input type="checkbox"/> >4"
Estado de conservação: <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Precário				
INFORMAÇÕES ADICIONAIS				
Parâmetros básicos Portaria 396/2008		Parâmetros indispensáveis para determinação hidrogeoquímica		
Data da coleta:	PH:	Sódio:	Alcalinidade:	
Cond. Elétrica:	STD:	Potássio:	Sulfato:	
Temp. da amostra:	Nitrato:	Cálcio:	Bicarbonato:	
Turbidez:	Colif. fecais:	Magnésio:	Cloro:	
Outros parâmetros:		Outras observações:		
Fluoretos:	Arsênico:			
Zinco:	Amônia:			
Cobre:	Fenóis:			
Ferro:	Manganês:			
Anotador:	Data:			
Entrega no laboratório:				
Técnico que recebeu a amostra:				
RELATÓRIO DE CAMPO – LEVANTAMENTO COMPLEMENTAR				
POSSÍVEIS CAUSADORES DE POLUIÇÃO				
Fossa Negra:	Distância do Poço:			
Chiqueiro:	Distância do Poço:			
Aviário:	Distância do Poço:			
Lavoura:	Distância do Poço:			
Lagoa de Estabilização:	Distância do Poço:			
Área com cob. Vegetal:	Distância do Poço:			
OBS: Localização da estrutura do Poço:				
Acima do Poço (solo)				
Abaixo do Poço (solo)				
Mesmo nível do Poço (solo)				
Possui sistema de tratamento de esgoto na propriedade; () SIM () NÃO				
COLETA DE AMOSTRA DE ÁGUA				
() Chuva nas últimas 24 horas				
() Tempo bom nas últimas 24 horas				
Data da coleta:				
Horário da coleta:				
Autorizo a coleta de água do poço tubular profundo bem como a divulgação dos resultados da amostra e estou ciente que os dados serão utilizados para fins de pesquisa acadêmica.				
Obs: Informamos que a coleta da amostra e análise da água não terá custo.				
CPF:				
Nome Completo:				
UFSC-EPAGRI-UNCOCHAPECÓ, 2016.				

