

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

BRUNA FERNANDA SOARES

CANTEIRO EXPERIMENTAL SUSTENTÁVEL: UM PROJETO PARA A UFSC -
CAMPUS DE JOINVILLE

Joinville

2016

BRUNA FERNANDA SOARES

CANTEIRO EXPERIMENTAL SUSTENTÁVEL: UM PROJETO PARA A UFSC -
CAMPUS DE JOINVILLE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção do título em
Engenharia de Infraestrutura da
Universidade Federal de Santa
Catarina, Campus de Joinville.

Orientadora: Andréa Pfützenreuter

Joinville

2016

Dedico ao meu pai Fernando (*in memoriam*),
que me inspirou a seguir os passos da
engenharia e da arte de criar e construir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente, a minha orientadora Andréa pela dedicação a mim e a esse trabalho.

A minha mãe Rosane, por fazer tudo que está ao seu alcance para que eu pudesse realizar meus planos e sonhos. Seu apoio e seu amor fizeram eu estar aqui hoje.

Ao meu irmãozinho Guilherme, que agora já sabe ler essas palavras, agradeço por tornar minha vida mais colorida e me fazer tão especial e capaz de alcançar meus objetivos.

Ao meu amor Tiago, por estar ao meu lado em todos esses anos de graduação, por torcer comigo nas vitórias, suportar o meu estresse nas horas difíceis e sempre me motivar a seguir em frente. Obrigada, principalmente, por ser meu porto seguro e mostrar que a felicidade está nas coisas simples da vida.

A minha prima Paula, pelo apoio que deu na elaboração desse trabalho e pelo presente em nossas vidas que é o pequeno Pedro.

Aos professores por todos os conhecimentos transmitidos e aos demais profissionais do Campus de Joinville que contribuíram para minha formação.

Por fim, mas não menos importante, agradeço aos amigos que conquistei dentro da Universidade, pelas horas de estudo que renderam muitas histórias, pelas risadas nas horas inapropriadas, pelas madrugadas desbravadas, e todos os outros momentos juntos. Fecho esse ciclo com a certeza que levo para vida pessoas de bom coração.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.

(Albert Einstein)

RESUMO

No setor da construção civil, a experiência do profissional é de grande relevância no momento da contratação, pois é no meio físico real onde surgem os imprevistos, os quais cabe ao profissional da área encontrar a solução. Nesse contexto, a experiência prática desenvolvida e integrada ao planejamento curricular do estudante de graduação precisa adequar-se, implementando as situações do cotidiano na teoria acadêmica. O canteiro experimental vem, desse modo, complementar essa formação, desenvolvendo no aluno a sensibilidade em questões construtivas, como planejamento, construção, técnicas e realidade de um canteiro de obras. O presente trabalho apresenta o estudo preliminar de um canteiro experimental sustentável para o Campus de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina. Com o intuito de evidenciar os princípios e critérios projetuais a serem aplicados na proposta, fez-se um estudo a respeito de sustentabilidade na indústria da construção civil, gerenciamento de resíduos, planejamento de canteiro de obras, além de casos aplicados em ambientes acadêmicos, como laboratórios e canteiros experimentais. A estratégia de construção adotada para proposta foi assumir diferentes sistemas construtivos, como concreto armado e estruturas metálicas, e permitir a flexibilidade dos ambientes na edificação. Como resultado desse estudo, tem-se um canteiro organizado de forma a otimizar os fluxos de materiais e pessoas e garantir uma gestão de resíduos de qualidade.

Palavras-chave: Construção sustentável. Resíduos. Canteiro de obras.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Impactos ambientais da cadeia da construção civil.....	17
Figura 2 – Panorama do RCC no Brasil.	19
Figura 3 - Hierarquia do sistema de gerenciamento de resíduos.	20
Figura 4 – Três vértices do projeto sustentável: social, tecnológico e ambiental.	23
Figura 5 – Dispositivos de armazenagem comuns para resíduos de obras.	35
Figura 6 – Resíduo acondicionado em saco de lixo.	35
Figura 7 – Confeção de peças com agregados reciclados.	39
Figura 8 – Filtro de decantação para efluentes líquidos.	40
Figura 9 – Localização do canteiro experimental dentro da Cidade Universitária da USP.	45
Figura 10 - Localização do canteiro experimental da FAUUSP.....	46
Figura 11– Canteiro experimental em fase final de construção (A) e em funcionamento (B).	49
Figura 12 –Espaços internos do canteiro: baias para materiais a granel (A) e espaço aberto para construção (B).....	49
Figura 13 –Área coberta do canteiro.	49
Figura 14 - Escritório (A) e almoxarifado (B) do canteiro.....	49
Figura 15 – Ilustração da diversidade existente dentro de um Fab Lab.	50
Figura 16– Fachada do IAAC (A) e área interna pertencente ao Fab Lab Barcelona (B).	52
Figura 17 –Espaços internos do laboratório.	52
Figura 18 – Área de fabricação do laboratório.	52
Figura 19 - Espaço social interno (A) e terraço para atividades externas (B).....	52
Figura 20 - Fachada do UTK Fab Lab.	54
Figura 21 – Espaço interno antes das instalações finais.....	54
Figura 22 - Espaços internos do laboratório.....	54
Figura 23 - Estúdio de projeto do UTK Fab Lab.....	54
Figura 24 – Organograma do canteiro experimental da FAUUSP.....	56

Figura 25– Organograma do Fab Lab Barcelona.....	56
Figura 26 – Organograma do UTK Fab Lab.....	56
Figura 27- Zoneamento do canteiro experimental da FAUUSP.	57
Figura 28 – Zoneamento do UTK Fab Lab.....	57
Figura 29 – Zoneamento do Fab Lab Barcelona.....	57
Figura 30 – Organograma do canteiro experimental.....	62
Figura 31 –Fluxograma dos materiais no canteiro experimental.....	63
Figura 32 –Fluxograma dos estudantes do canteiro experimental.....	63
Figura 33 – Fluxograma do técnico responsável pelo canteiro experimental.....	63
Figura 34 – Zoneamento do canteiro experimental.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classe de resíduos de acordo com Resolução CONAMA nº 307.	21
Quadro 2 – Critérios referentes ao gerenciamento dos resíduos nas fases de projeto e construção.....	22
Quadro 3 - Certificações de <i>Green Buildings</i> e países de atuação.	25
Quadro 4 – Metodologia de planejamento do canteiro de obras, segundo Saurin e Formoso(2006).....	29
Quadro 5 - Síntese das condições estabelecidas pelas certificações de <i>Green Buildings</i> referente a canteiro de obras.....	31
Quadro 6 – Normas que podem compor um Sistema Integrado de Gestão.....	33
Quadro 7 – Identificação dos resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento	38
Quadro 8 – Materiais e ferramentas de construção para uso no canteiro experimental.....	60
Quadro 9 - Programa de necessidades para o canteiro experimental da UFSC – Campus de Joinville.	61
Quadro 10 – Comparação entre área internas do canteiro experimental.	65

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA – Alta Qualidade Ambiental
BREEAM – Building Research Establishment’s Environmental Assesment Method
CASBEE – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
CIB – Conselho Internacional da Construção
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DPAE – Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia
FAUUSP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
FCAV – Fundação Carlos Alberto Vanzolini
GBC – Green Building Challenge
GBCB – Green Building Council Brasil
HQE – Haute Qualité Environnementale
IAAC – Institut d’Arquitectura Avançada de Catalunya
ISO – International Organization for Standardization
LEED – Leadership in Energy and Environmental Design
LIPE – Laboratório Integrado de Pesquisa e Ensino
NBR – Norma brasileira
NR – Norma regulamentadora
PBL - Problem Based Learning
PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PIB – Produto Interno Bruto
PPC – Projeto Pedagógico do Curso
PUR – Poliuretano
RCC – Resíduo da Construção Civil
SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1. Objetivo geral	15
1.1.2. Objetivos específicos.....	15
1.2. METODOLOGIA APLICADA	15
1.3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	16
2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
2.1. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	18
2.2. PROJETO SUSTENTÁVEL.....	22
2.3. CERTIFICAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
3. CANTEIRO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	27
3.1. TRATAMENTO DO RCC NO CANTEIRO DE OBRAS	34
3.2. REUTILIZAÇÃO DO RCC NO CANTEIRO DE OBRAS	37
4. PROJETO DO CANTEIRO EXPERIMENTAL SUSTENTÁVEL	42
4.1. ESTUDO DE CASOS	44
4.1.1. Canteiro Experimental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP)	44
4.1.2. Fab Lab Barcelona	50
4.1.3. UTK Fab Lab	53
4.2. ESTUDO PRELIMINAR.....	58
4.2.1 Análise do terreno e do entorno	58
4.2.2 Normatização	59
4.2.3 Programa de necessidades.....	59
4.2.3. Organograma	62
4.2.4. Fluxograma.....	62
4.2.5. Zoneamento	64
4.2.6. Memorial descritivo.....	65

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77

1. INTRODUÇÃO

O conceito de construção sustentável como sendo "[...] um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica"(BRASIL, 2016a) é apresentado pelo Ministério do Meio Ambiente no contexto da Agenda 21, um dos principais resultados da conferência Eco-92, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992.

A preservação do meio ambiente vem sendo objeto de preocupação da sociedade no decorrer das últimas décadas, há a ascensão de práticas sustentáveis na construção civil, em decorrência do grande consumo de recursos naturais e energéticos, além de gerar muitos resíduos (NAGALLI, 2014), dessa forma, o presente trabalho leva em consideração princípios de um projeto sustentável para a desenvolvimento do canteiro experimental.

A redução do impacto ambiental causado por um empreendimento tem como um dos pontos chave a adoção de métodos construtivos aperfeiçoados e eficazes (NEUBURGER, 2015), sendo que, a escolha dos materiais empregados para atender essas soluções tem relevância significativa nos resultados. No contexto do canteiro de obras, tem-se a preocupação com a produção e redução de resíduos, logo, há necessidade deste gerenciamento dos resíduos oriundos das atividades realizadas, que essencialmente se baseia nas estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte adequado (NAGALLI, 2014).

A indústria da construção civil é responsável, direta e indiretamente, por cerca de 15% do PIB nacional (NAGALLI, 2014), entretanto, essa é uma indústria com diversas peculiaridades e dificuldades extras, entre elas, destaca-se aqui, o quanto a falta de profissionais qualificados dificulta seu desenvolvimento (ALVES, 2012).

Em algumas situações, toma-se como uma atitude simplista culpar a mão-de-obra pela ineficiência da construção, quando a precariedade está no planejamento (SAURIN; FORMOSO, 2006), assim, cabe ao engenheiro propor

soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, mas que considerem o problema projeto-execução em sua totalidade.

Em um mercado de trabalho competitivo, além da qualificação, a experiência profissional é importante, pois as contingências, em sua maioria, são imprevisíveis na dimensão do projeto, ocasionalmente fruto de erros, que se tornam problemas a serem solucionados pelo engenheiro que atribua, sendo que o estímulo para tal deve vir desde sua formação nas instituições de ensino superior.

O Ministério da Educação afirma que as diretrizes curriculares de cursos de graduação em engenharia devem fornecer a seus egressos “[...] uma sólida formação técnico científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas [...]” (BRASIL, 2001, p. 4).

Neste contexto, a experimentação prática na academia torna-se de fundamental relevância. O canteiro experimental tem a proposta de acrescentar no estudante a capacidade de desenvolver competências adquiridas em práticas construtivas e questões envolventes, ou seja, um espaço pedagógico complementar capaz de aguçar a intuição e preparar o futuro engenheiro com o aporte sensitivo necessário (RONCONI, 2005; MINTO, 2009).

Ronconi (2005) explica o canteiro como um espaço de construção em todos os sentidos, isso pois “[...] não é o lugar da atividade prática, em detrimento da atividade intelectual (tal separação não existe), é o lugar da atividade plena” (p. 4). Sendo implantado em sua plenitude de possibilidades, a partir do qual pondera-se projetar, executar e concluir com a avaliação os resultados, ou ainda planejar a circulação, locação de materiais e demais questões relevantes à rotina de trabalho. Torna-se um lugar onde ideias e conhecimentos recalcados emergem e problemas reais surgem exigindo soluções reais (MINTO, 2009; LOTUFO, 2014).

Considerando o exposto, e a urgência por laboratórios práticos no Campus de Joinville, apresenta-se um projeto de canteiro experimental partindo do levantamento realizado por Neuburger (2015) para o mesmo.

1.1. OBJETIVOS

Foram definidos objetivos geral e específicos como estratégia de orientar o desenvolvimento deste trabalho.

1.1.1. Objetivo geral

Elaborar um estudo preliminar a implantação de um canteiro experimental para a UFSC, Campus de Joinville.

1.1.2. Objetivos específicos

- Propor materiais e sistemas de construção que tornem a edificação sustentável;
- Planejar o sistema de gestão dos resíduos oriundos das atividades no canteiro;
- Identificar formas de reaproveitamento de resíduos que possam ser aplicadas dentro do canteiro experimental.

1.2. METODOLOGIA APLICADA

Essa produção tem como base a obra de Neuburger (2015), da qual partiram a definição dos objetivos, escopo do trabalho e metodologia utilizada. O referencial teórico foi produzido através de uma pesquisa de objetivo exploratório e caráter qualitativo, de acordo com a classificação de Gil (2002), assumindo a forma de revisão bibliográfica. Além dos autores citados por Neuburger (2015), complementa-se os conceitos abordados a partir de buscas em repositórios acadêmicos, livros e produções através de palavras chaves como sustentabilidade, resíduos da construção civil, canteiro de obras e canteiro experimental. Após o levantamento de informações e definição critérios projetuais, partiu-se para a elaboração do estudo preliminar do canteiro experimental sustentável para o Campus de Joinville da UFSC, com o uso do software AutoCAD 2014, devido sua aplicação e importância para o desenvolvimento de projetos nas áreas de engenharia e arquitetura.

1.3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, cujo primeiro traz o cenário relacionado ao tema, a justificativa do assunto escolhido, bem como apresentação dos objetivos geral e específicos.

O segundo capítulo refere-se à sustentabilidade na construção civil, sendo abordado a importância da gestão de resíduos, o conceito de projeto sustentável e algumas das certificações *Green Buildings*.

O terceiro capítulo, por sua vez, descreve o canteiro de obras dentro da construção civil. Após a conceituação, são apresentados critérios de avaliação existentes em certificações *Green Buildings* no que diz respeito ao canteiro, além das formas de tratamento e reutilização de resíduos dentro desse.

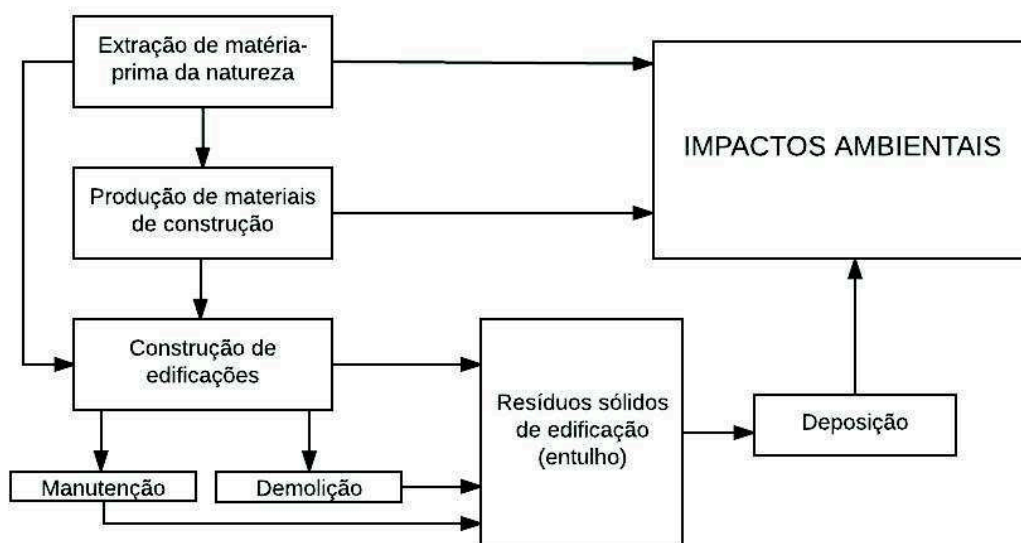
No capítulo quatro diz respeito a etapa de projeto, iniciando com estudos de casos. A seguir, é apresentado o estudo preliminar que inclui a análise de condicionantes, normatização, programa de necessidades, esquematizações e definições que formam os memoriais descritivo para implantação do canteiro experimental sustentável no Campus de Joinville, UFSC.

Por fim, o último e quinto capítulo expõe as considerações finais e sugestões para os futuros trabalhos.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção civil consome 50% dos recursos mundiais (EDWARDS, 2008), sendo apontada pelo Conselho Internacional da Construção (CIB) como o setor que mais explora recursos naturais e consome energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pela atividade humana são provenientes da construção (BRASIL, 2016a). A Figura 1 apresenta os impactos ambientais da cadeia da construção civil.

Figura 1 – Impactos ambientais da cadeia da construção civil.



Fonte: Adaptado de Roth e Garcias (2009, p. 116).

A partir dos acordos internacionais iniciados na década de 1990, amplia-se a visão sobre a condição das cidades, a redução de recursos naturais e o meio ambiente global. Nesse momento, minimizou-se o enfoque no aquecimento global, fundamentando a conscientização sobre o desenvolvimento sustentável (EDWARDS, 2008).

O Relatório Brundtland apresentou o desenvolvimento sustentável como “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987, p. 54). Esta é uma definição válida e referenciada internacionalmente, apesar de aberta a diferentes interpretações. Entende-se que o desenvolvimento sustentável possui três dimensões: ambiental, social e econômica, portanto, o conceito de sustentabilidade transcende o âmbito ambiental, enfatizando a importância da qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades (GOODLAND, 1995; NAGALLI, 2014; BRASIL, 2016).

Neste mesmo relatório, ressalta-se que a mínima condição para o desenvolvimento sustentável é não colocar em risco os sistemas naturais que sustentam a vida no planeta: atmosfera, água, solo e seres vivos (BRUNDTLAND, 1987). Apesar dos anos que se passaram e de outras publicações terem o sucedido, o Relatório ainda reflete a realidade da incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e certos padrões de produção e consumo vigentes.

A proposta de construção sustentável não só interage com a arquitetura dos edifícios como ao ambiente urbano, por isso, discussões e propostas são abordados para questões como localização e infraestrutura, impactos ao entorno, otimização do consumo de recursos e resíduos e reciclagem (GONÇALVES; DUARTE, 2006). A necessidade dessa abordagem pode ser exemplificada por Nagalli (2014), que afirma que as condições dos resíduos de construção e demolição repercutem nas três dimensões de desenvolvimento sustentável concomitantemente, refletindo a necessidade gerenciamento de resíduos sólidos na construção.

2.1. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Sendo a atividade da construção civil geradora da parcela predominante do total de resíduos sólidos urbanos, a falta de efetividade ou, em certos casos, a inexistência de políticas públicas que coordenem os fluxos da destinação dos resíduos, associada ao descaso dos gerados no manejo e na destinação desses, provocam impactos ambientais que refletem no meio e na vida da sociedade (PINTO, 2005).

Os resíduos da construção e demolição são aqueles gerados nos canteiros de obras, popularmente conhecidos como entulhos de obras, caliça ou metralha, que

provem de construções novas, reformas, reparos, demolições ou da preparação e escavação de terrenos. Estão também incluídos os materiais resultantes da preparação e escavação de terrenos, solos, rochas, pavimento asfáltico, e o que mais for de entulho (BRASIL, 2002; BLUMENSCHNEIN, 2007). A

Figura 2 traz um panorama da geração do Resíduo da Construção Civil (RCC) no Brasil.

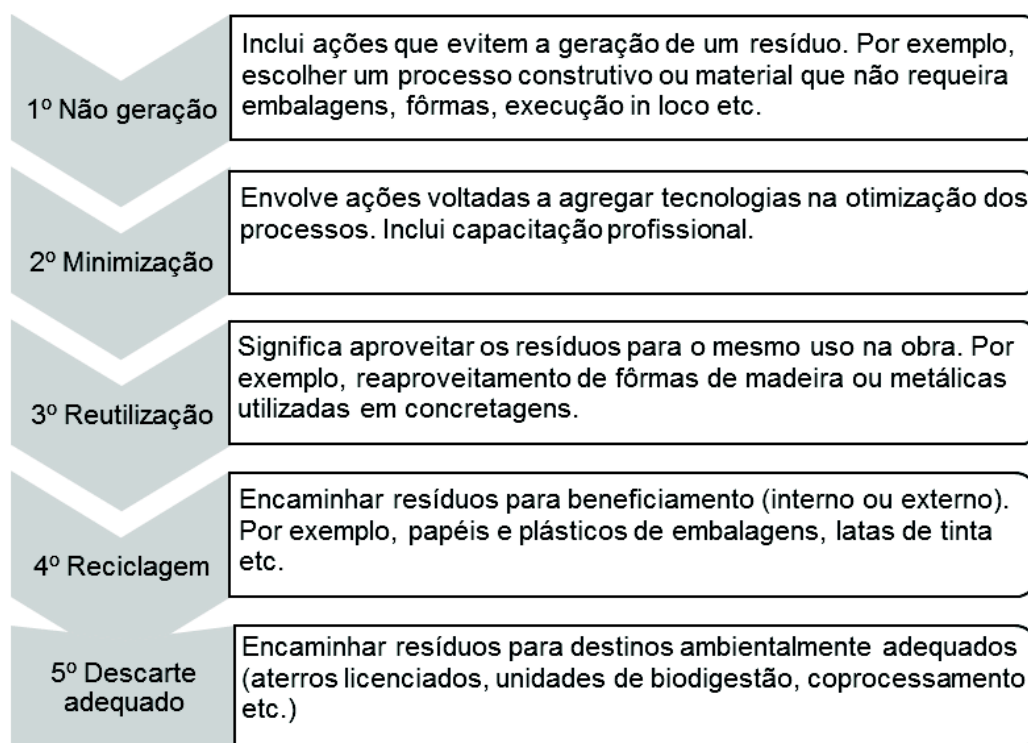
Figura 2 – Panorama do RCC no Brasil.



Fonte: Szomorovszky (2015, p. 21).

O gerenciamento de resíduos durante as atividades de execução de obras e serviços de engenharia é o sistema de gestão que se fundamenta especialmente nas estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte apropriado dos resíduos sólidos, como ilustra a Figura 3. Em essência, a gestão de resíduos deve atuar na forma de ações operacionais que buscam reduzir a geração de resíduos de um empreendimento ou atividade (NAGALLI, 2014).

Figura 3 - Hierarquia do sistema de gerenciamento de resíduos.



Fonte: Adaptado de Nagalli (2014, p. 10).

No contexto em que a ausência de tratamento adequado para o RCC acarreta na origem de graves problemas ambientais, foi aprovada a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que tem como objetivo geral “Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais” (BRASIL, 2002a, p. 1).

No âmbito estadual, em Santa Catarina a Lei nº 13.557/2005 dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos para prevenção da poluição, proteção e recuperação da qualidade do meio ambiente e da saúde pública do estado. No Município de Joinville a Lei nº 5.159/2005 refere-se ao Sistema para a Gestão Sustentável de Resíduos da Construção e Resíduos Volumosos. O governo federal, por sua vez, sancionou a lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ambas as leis enfatizam as principais exigências do CONAMA (JOINVILLE, 2005; SANTA CATARINA, 2005; BRASIL, 2010).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307, os geradores de resíduos são responsáveis pela gestão desses, dividindo o processo de gerenciamento do RCC em cinco etapas: caracterização (identificar e quantificar os resíduos), triagem,

acondicionamento, transporte e destinação. A execução dessas deve estar de acordo com o estabelecido na própria resolução e em normas técnicas vigentes.

A classificação dos resíduos, que deve ser seguida na etapa de triagem do gerenciamento, encontra-se descrita no Quadro 1.

Quadro 1 - Classe de resíduos de acordo com Resolução CONAMA nº 307.

Tipo de resíduo	Descrição	Exemplos
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	- Resíduos da pavimentação e outras obras de infraestrutura; - Componentes cerâmicos, concreto e argamassa.
Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações.	- Plásticos, papéis, metais, vidros, madeiras, gesso e outros.
Classe C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.	- Lã de vidro.
Classe D	Perigosos oriundos do processo de construção	- Tintas, solventes, óleos, vernizes; - Materiais contaminados oriundos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros; - Materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Adaptado de Brasil (2002a).

No que se refere a classificação dos resíduos, uma importante alteração na Resolução nº 307 determinou as sobras de gesso como Classe B, junto com resíduos que podem ser reciclados ou reutilizados, e não como Classe C, como era originalmente. A iniciativa para a alteração partiu da Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall através de estudos realizados para comprovar a possibilidade de reciclagem do gesso. Em uma obra, esse material deve ser separado e encaminhado para Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs) ou empresas recicladoras devidamente licenciadas (VENTURINI, 2011).

De acordo com Nagalli (2014), é comum serem adotadas práticas análogas as estabelecidas no gerenciamento de resíduos sólidos para o RCC, uma vez que é um processo de gestão difundido na indústria. Essa é uma metodologia assumida de acordo as condições de cada projeto, pois, nem todo resíduo de construção e

demolição pode ser entendido como resíduo sólido (esgoto doméstico e efluentes líquidos e gasosos, são exemplos).

Segundo mesmo autor, o gerenciamento do resíduo deve ser implementado desde o projeto do empreendimento. Alguns critérios são sugeridos por ele quanto a gestão do RCC nas diferentes fases de construção, a partir dos quais foi elaborado o Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios referentes ao gerenciamento dos resíduos nas fases de projeto e construção.

	Construção	Reutilização	Recursos humanos
PROJETO	Escolha dos processos construtivos.	Utilização de materiais recicláveis.	Capacitação dos funcionários.
	Adoção de métodos de construção desmontáveis.	Redução da utilização de pinos e adoção de encaixes.	
	Uso de pré-fabricados.	Estabelecimento de parcerias junto a cooperativas de reciclagem.	
	Layout o canteiro de obras otimizado e prevendo o gerenciamento dos resíduos.	Contratos que prevejam o recolhimento e redução de embalagens de fabricantes.	
CONSTRUÇÃO	Gerenciamento logístico dos resíduos.	Execução dos contratos e parcerias firmados (recolhimento de embalagens, resíduos, etc).	Treinamento dos funcionários.
	Transporte adequado.		
	Segregação e classificação dos resíduos.		Fiscalização e auditorias internas de procedimentos
	Recolhimento periódico do lixo e limpeza do canteiro.		

Fonte: Autora (2016).

2.2. PROJETO SUSTENTÁVEL

O conceito de sustentabilidade tem grande importância intelectual, servindo “[...] como base para tecnologias inovadoras e abordagens de design, representando um novo paradigma para a equidade social, além de uma nova perspectiva por meio da qual as empresas poderão projetar seus futuros” (EDWARDS, 2008, p. 11).

O projeto sustentável pode ser definido como uma “[...] criação de edificações eficientes do ponto de vista energético, saudáveis, confortáveis, de uso flexível e projetadas para terem uma longa vida útil” (FOSTER; PARTNERS, 1999 *apud* EDWARDS, 2008, p. 21).

Edwards (2008) traz o conceito de projeto sustentável representado por três vértices: social, ambiental e tecnológico, ilustrados na Figura 4. Novamente, adota-se uma abordagem mais ampla, em que o projeto sustentável não se trata apenas de conforto ambiental e energia, mas também de fatores ambientais, sociais, econômicos e até mesmo urbanos e de infraestrutura (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

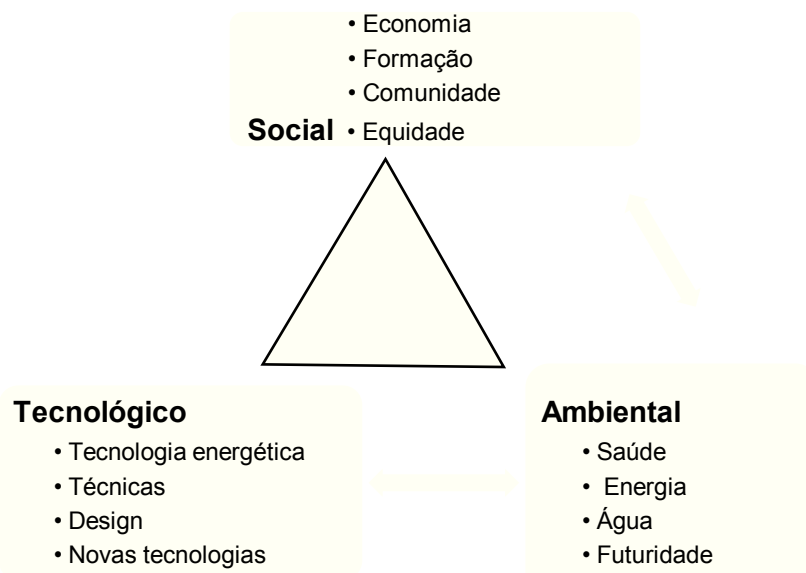


Figura 4 – Três vértices do projeto sustentável: social, tecnológico e ambiental.

Fonte: Adaptado de Edwards(2008, p. 11).

Contudo, Edwards (2008) afirma que no âmbito da arquitetura, alguns movimentos recentes têm desconsiderado algum desses aspectos, como o exemplo da arquitetura *higt-tech*, que utilizada de novas tecnologias de edificação suprimindo aspectos sociais, por outro lado, há a arquitetura social que tende a procurar soluções para problemas sociais ignorando o potencial do projeto e das tecnologias.

Sendo assim, o projeto de baixo impacto ambiental não pressupõe um estilo ou um movimento arquitetônico, isso é, independente da vertente tecnológica, o projeto precisa de soluções para o desempenho da edificação relacionando os

mesmos conhecimentos da física aplicada com os recursos existentes e a tecnologia apropriada (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

A partir desse contexto, segundo Silva (2007), a avaliação do desempenho ambiental de edifícios surgiu inicialmente com a necessidade de se medir a eficiência dos sistemas de uma edificação na obtenção de um desenvolvimento sustentável. O segundo grande impulso veio do consenso entre pesquisadores e agências governamentais de que a classificação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação elevaria o nível de desempenho ambiental tanto do estoque construído quanto de novas edificações.

2.3. CERTIFICAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A crise do petróleo na década de 70 desencadeou o desenvolvimento de diversas iniciativas com o objetivo de avaliar e maximizar a eficiência energética de edifícios. Já nos anos 90, houve o surgimento e difusão dos conceitos de projeto ecológico (*green design*) como resposta do meio técnico à generalização da conscientização ambiental (SILVA, 2007).

O mesmo autor explica que a expressão *Green Building* surgiu para

[...] englobar todas as iniciativas dedicadas à criação de construções que utilizem recursos de maneira eficiente, com claro foco em uso de energia, que sejam confortáveis e que tenham maior longevidade, adaptando-se às mudanças nas necessidades dos usuários e permitindo desmontagem ao final do ciclo de vida do edifício, para aumentar a vida útil dos componentes através de sua reutilização ou reciclagem (p. 6).

No Quadro 3 são apresentadas as principais metodologias de avaliação ambiental de edifícios existentes em diferentes países de acordo com Silva (2007), Araújo(2009), Oliveira(2011) e FCAV (2016).

Quadro 3 - Certificações de *Green Buildings* e países de atuação.

Certificação	País	Comentário
<i>BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>	Reino Unido (1990)	Avalia o quanto sustentável é o empreendimento através do somatório de pontos provenientes de dez categorias com níveis de importância distintos.
<i>HQE – Haute Qualité Environnementale</i>	França (1996)	Essa metodologia é voltada para edifícios comerciais e escolas. Inclui avaliação da gestão do desenvolvimento do empreendimento.
<i>GBC - Green Building Challenge</i>	Consórcio internacional (1996)	Metodologia capaz de refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país.
<i>EcoHomes - The Environmental Rating for Homes</i>	Reino Unido (2000)	Os créditos obtidos em cada categoria de avaliação são ponderados para gerar um índice global de desempenho ambiental.
<i>LEED - Leadership in Energy and Environmental Design</i>	Estados Unidos (2000)	Avaliação ocorre por meio de soma de pontos. Atualmente, é o método com maior potencial de crescimento pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento.
<i>CASBEE - Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i>	Japão (2001)	Introduziu alguns conceitos inovadores ao implementar avaliações ambientais com base no conceito de eficiência ambiental do edifício. Por definição, maior a sustentabilidade ambiental do edifício quanto maior for o quociente qualidade/cargas (onde qualidade enfatiza a qualidade do ambiente interno, e as cargas, o uso de energia).
<i>Certification Habitat et Environnement</i>	França (2003)	Sistema desenvolvido especificamente para a certificação de edifícios habitacionais novos, coletivos e multi familiares.
<i>Green Star</i>	Austrália (2003)	Sistema que combina aspectos do <i>BREEAM</i> e do <i>LEED</i> pretendendo abranger várias tipologias de edifícios.
AQUA - Alta Qualidade Ambiental	Brasil (2008)	Baseado na certificação <i>HQE</i> e traduzido e adaptado para a realidade brasileira.
AQUA-HQE™	Brasil (2014)	Certificação internacional desenvolvida a partir da certificação francesa <i>HQE</i> e aplicada no Brasil.

Fonte: Autora (2016).

O Brasil não possui uma certificação de avaliação de edifícios nacionais, no entanto, com a necessidade de desenvolver o interesse pela construção de *green building* no país, estão no mercado brasileiro dois sistemas de avaliação internacionais. A metodologia *LEED* é a mais utilizada, certificada pelo *Green Building Council* Brasil (GBCB), responsável pela tropicalização das diretrizes do sistema americano; e a certificação *HQE* que sofreu adaptações de acordo com realidade local, ganhando a denominação de AQUA (PORTO,2009; VALENTE, 2009; OLIVEIRA, 2011).

O processo de certificação AQUA, Alta Qualidade Ambiental foi lançado em 2008, elaborado pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV). Em 2014, a FCAV fechou um acordo de cooperação com a Cerway, atual certificadora da Rede Internacional de certificação *HQE*, tornando-se representante brasileira dessa, de onde surgiu a AQUA-HQE, com identidade e reconhecimento internacional (FCAV, 2016).

As certificações antes expostas possuem critérios de avaliação que englobam todo o processo de criação do empreendimento, contudo, como o objetivo desse trabalho correlaciona-se com o projeto de um canteiro de obras, cabe aqui abordar quais são os critérios existentes para avaliar o grau de sustentabilidade de um canteiro.

3. CANTEIRO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O canteiro de obras, de acordo com a NBR 12284, é o conjunto de “áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da construção civil [...]” (ABNT, 1991, p. 1). Conforme a NR18, o canteiro pode ser definido como “área de trabalho fixa e temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra” (BRASIL, 2015, p. 53).

A regulamentação do canteiro de obras é estabelecida pelas normas:

- Norma Brasileira 12284 da Associação Brasileira de Normas Técnicas que diz respeito áreas de vivência em canteiros de obras (também conhecida como NB1367);
- Norma Regulamentadora 18 do Ministério do Trabalho sobre condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;
- Norma Regulamentadora 10 do Ministério do Trabalho referente a segurança em instalações e serviços em eletricidade.

A NR 18 estipula diretrizes para a execução de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção (BRASIL, 2015), como: garantia da saúde e integridade dos trabalhadores; definição de atribuições e responsabilidades às pessoas que administram; previsão dos riscos que derivam do processo de execução das obras; determinação medidas de proteção e prevenção que evitem ações e situações de risco; e aplicação técnicas de execução que reduzam ao máximo os riscos de acidentes e doenças (NEUBURGER, 2015).

Por sua vez, a NR 10 diz respeito a garantia da segurança e da saúde dos trabalhadores que interajam, direta ou indiretamente, em instalações elétricas e serviços com eletricidade (BRASIL, 2016b). Das medidas de controle e sistemas preventivos fixados pela norma, cita-se: o uso de vestimenta adequada para a realização dos trabalhos, considerando a condutividade, a inflamabilidade e as influências eletromagnéticas; a utilização de equipamentos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente; e a proteção contra incêndio e

explosão das áreas onde houver instalações ou dispositivos elétricos (NEUBURGER, 2015).

A NBR 12284 (ABNT, 1991) divide o canteiro de obras entre áreas operacionais, para desenvolvimento das atividades ligadas diretamente à produção, e as de vivência, que supremas necessidades básicas humanas. Dentre as áreas operacionais estão: portaria, escritório, almoxarifado, depósito de materiais, central de concreto, central de argamassa, central de armação, central de montagem de instalações e esquadrias e central de pré-moldados (NEUBURGER, 2015). A respeito das áreas de vivência, tanto a NBR 12284, quanto a NR 18, trazem especificações para as seguintes instalações: instalações sanitárias, alojamento, vestiário, refeitório, cozinha, lavanderia, áreas de lazer e ambulatório (para frentes de trabalho com mais de 50 trabalhadores) (ABNT, 1991; BRASIL, 2015).

O planejamento do canteiro de obras é definido por Frankenfeld (1990) *apud* Saurin e Formoso (2006) como o planejamento do *layout* e da logística das instalações provisória, instalações de seguranças e sistema de deslocamento e armazenamento de materiais. O planejamento do *layout* define o arranjo físico de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem, de outro lado, o planejamento logístico estabelece condições de infraestrutura para o processo construtivo.

De acordo com Saurin e Formoso (2006), o processo de planejamento do canteiro de obras visa aperfeiçoar a utilização do espaço físico disponível, possibilitando o trabalho seguro e eficiente de homens e máquinas, principalmente por meio da minimização das movimentações de materiais, componentes e mão-de-obra. Segundo os autores, o estudo do *layout* do canteiro já pode ser feito a partir do anteprojeto arquitetônico do edifício, sem ter a necessidade de dimensionar e locar com precisão as instalações. Isso se deve a possibilidade de que o projeto arquitetônico e os projetos complementares possam considerar as necessidades do canteiro de obras, evitando restrições impostas pelas projetos executivos.

Os mesmos autores propõe um método de planejamento que consiste em quatro etapas: diagnóstico de canteiros de obra existentes; padronização das instalações e dos procedimentos de planejamento; planejamento do canteiro de obras propriamente dito; e manutenção da organização dos canteiros, baseando-se na aplicação dos princípios dos programas 5S. O Quadro 4 apresenta melhor a metodologia.

Quadro 4 – Metodologia de planejamento do canteiro de obras, segundo Saurin e Formoso(2006).

Diagnóstico de canteiro de obra	<p>Consiste na aplicação conjunta de três ferramentas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lista de verificação (<i>checklist</i>); ✓ Elaboração de croqui do <i>layout</i>; ✓ Registro fotográfico.
Padronização	<p>O grau de repetições em certos processos na construção justificam a padronização dos canteiros, que inclui quatro etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diagnóstico; 2. Reuniões do grupo de padronização; 3. Elaboração do manual de padrões; 4. Elaboração do plano de implantação e controle.
Planejamento do canteiro	<p>Realizado a partir de um procedimento sistematizado que compreende:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Análise preliminar: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Programa de necessidades do canteiro; ✓ Informações sobre o terreno e o entorno da obra; ✓ Definições técnicas da obra; ✓ Cronograma de mão-de-obra; ✓ Cronograma físico da obra; ✓ Consulta ao orçamento. II. Arranjo físico geral (ou <i>macro-layout</i>); III. Arranjo físico detalhado; IV. Detalhamento das instalações; V. Cronograma de implantação.
Programa de manutenção da organização do canteiro	<p>O Programa 5S é uma ferramenta de organização de origem japonesa que, se bem gerenciada, apresenta bons resultados, além de servir como base para quaisquer programas de qualidade (GONZALEZ, 2009).</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Senso de utilidade: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Deixar no local de trabalho somente a quantidade de material a ser utilizada. II. Senso de organização: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Organizar de maneira funcional o local de trabalho. III. Senso de limpeza: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Limpar deve ser uma tarefa incluída na rotina de trabalho. IV. Senso de saúde: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Buscar condições favoráveis à saúde do trabalhador para garantir rapidez e eficiência. V. Senso de autodisciplina: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprometimento com normas e padrões morais e técnicos.

Fonte: Adaptado de Neuburger (2015, p. 26-27).

“A indústria da construção civil, em especial o subsetor edificações, é frequentemente citada como exemplo de setor atrasado, com baixos índices de produtividade e elevados desperdícios de recursos [...]” (SAURIN; FORMOSO, 2006, p. 13). Segundo Handa (1988) *apud* Saurin e Formoso (2006), a insuficiência de

planejamento do canteiro-de-obra tem sido uma das maiores negligências no setor, sendo que os problemas vão sendo resolvidos no decorrer da execução. Assim, os canteiros denotam a falta de segurança e insuficiente organização, refletindo no orçamento, cronograma e resultado final da obra.

Diante dessas condições e para estabelecer critérios para projetar um canteiro sustentável, o Quadro 5 traz a síntese das exigências estipuladas pelas principais certificações para a execução de um canteiro de obras. Esse foi baseado nas obras de Silva (2007), Araújo (2009), Oliveira (2009), Valente (2009), Jagger (2011), Oliveira (2011), FCAV (2013) e FCAV e CERWAY (2014).

Quadro 5 - Síntese das condições estabelecidas pelas certificações de *Green Buildings* referente a canteiro de obras.

Critérios de avaliação	Certificações									
	BREEAM	HQE	GBC	EcoHomes	LEED	CASBEE	Certification Habitat et Environnement	Green Star	AQUA	AQUA-HQE™
Gerenciamento de resíduos	X	X	X	X	X			X	X	X
Minimização da geração de resíduos				X					X	X
Reciclagem dos resíduos	X			X	X		X		X	X
Identificação e quantificação dos resíduos				X			X		X	X
Organização do armazenamento de resíduos								X		X
Correta destinação dos resíduos							X		X	X
Implantação de um plano de gestão de resíduos			X	X	X					
Avaliação dos custos de destinação dos resíduos							X			
Redução de poluição dos cursos d'água, das redes de infraestrutura, do ar e do solo	X	X			X			X	X	X
Redução do consumo de recursos: água e energia		X		X					X	X
Controle da emissão de CO ₂				X						
Controle da emissão de CO ₂ e do consumo energia com transporte				X	X				X	
Preservação do ecossistema local	X				X					X
Controle dos impactos ambientais do canteiro							X			
Implantação de um plano de controle de assoreamento e de erosão					X					
Minimização da poluição sonora e visual		X							X	X
Uso de materiais reciclados	X		X		X	X				
Reutilização de terras escadas no local								X		X
Reuso de componentes estruturais						X		X		
Uso de madeira oriunda de florestas sustentáveis/ madeira certificada	X			X	X	X			X	X
Limitação de riscos sanitários									X	X
Implantação de um Sistema de Gestão do Empreendimento		X	X							
Controle da qualidade da obra	X									
Redução dos índices de acidentes			X							
Balanço ambiental do canteiro							X			
Planejamento e organização do canteiro							X		X	X
Estímulo e apoio a formalidade na cadeia produtiva da construção civil										X

Fonte: Adaptado de Neuburger (2015, p. 22).

Esse comparativo evidencia a preocupação dos sistemas de avaliação no que se refere a dimensão ambiental da sustentabilidade, a frente das questões sociais e econômicas. Em sua maioria, as certificações avaliam o gerenciamento dos resíduos da obra e especificações como minimização, separação e reciclagem desses. Os critérios adotados visam o controle do impacto ambiental no terreno e seu entorno, cita-se um item de grande importância: a redução da poluição dos cursos d'água, das redes de infraestrutura, do ar e do solo.

Analisando o comparativo do Quadro 5, tem-se que as *EcoHomes*, *LEED* e *Certification Habitat et Environnement* são as avaliações internacionais que mais apresentaram critérios de avaliação para o canteiro. Dentre tais, a francesa *Certification Habitat et Environnement* ganha destaque, pois, mais que a preocupação com o impacto ambiental, também avalia o planejamento e a organização do canteiro; além da realização de balanço ambiental na área de construção.

No que se refere ao âmbito nacional, a recente AQUA-HQE apresenta critérios relativos a geração de resíduos bem específicos, até mesmo em comparativo com a antiga AQUA, demonstrando a preocupação da nova avaliação com esse grande problema oriundo da construção. Boa parte dos critérios de avaliação são relativos aos impactos ambientais, como poluição, incômodos visuais e sonoros e preservação do ecossistema local. Além disso, há também a avaliação no que se refere a organização eficiente do canteiro e ao estímulo e apoio a formalidade na cadeia produtiva da construção civil.

As certificações de *Green Buildings*, contudo, não são as únicas ferramentas para o alcance da sustentabilidade na construção civil, há também os processos de gestão de qualidade que visam “[...] redução do desperdício e do retrabalho nas obras, a padronização dos processos produtivos, assim como a melhoria na organização dos canteiros de obras e na segurança do trabalho”(NEUBURGER, 2015, p. 23).

Segundo Gonzalez (2009), é cada vez mais comum a implementação do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) nas empresas buscando solucionar problemas relacionados a sua rotina, mais especificamente à organização. Todo SGQ possui um Programa 5S inserido, pois em seus processos tem resultados como limpeza, organização e segurança no trabalho. Atualmente, são dois tipos de certificações que correspondem ao setor da construção civil: ISO 9001 e PBQP-H.

O autor descreve a ISO 9001 como uma certificação de padrões internacionais e que, no Brasil, é normatizada pela NBR ISO 9001. Sua aplicação é possível em qualquer empresa de diferentes setores, não só da construção, sendo que é a própria empresa que decide quais processos serão avaliados.

O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), por sua vez, foi criado pelo Governo Federal para implementação do desenvolvimento sustentável do habitat urbano. Esse programa é uma resposta brasileira aos compromissos firmados na assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996), tendo como meta organizar o setor da construção civil para melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. Um dos grandes benefícios do PBQP-H é a criação e a estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor. Em relação ao canteiro de obras, cita-se os critérios para gestão de resíduos com a minimização do desperdício de materiais (BARONE, 1999; BRASIL, 2016c).

Existem algumas certificações que agregam outras normas, o que torna o sistema mais complexo e ajuda no aprimoramento das empresas. O Sistema Integrado de Gestão varia conforme o interesse da empresa, melhorando, portanto, a eficiência dessa, sendo que as normas mais comuns podem ser vistas no Quadro 6 (GONZALEZ, 2009).

Quadro 6 – Normas que podem compor um Sistema Integrado de Gestão.

ABNT	Internacional	Nome
NBR ISO 9001	ISO 9001	Sistema de Gestão da Qualidade
NBR ISO 14001	ISO 14001	Sistema de Gestão Ambiental
NBR 16001	SA 8000	Sistema de Gestão de Responsabilidade Social
-	OHSAS 18001	Sistemas de Gestão de Segurança e Higiene Ocupacional

Fonte: Gonzalez (2009).

Assim, para que o objetivo do presente trabalho seja alcançado no que diz respeito a construção sustentável, a elaboração de um projeto que integre os âmbitos social, ambiental e tecnológico abordados por Edwards (2008), serão indicadores de verificação do desempenho da proposta do canteiro experimental os critérios descritos no Quadro 5 correspondentes a certificação AQUA-HQE.

3.1. TRATAMENTO DO RCC NO CANTEIRO DE OBRAS

De acordo com Pinto (2005), “A questão do gerenciamento de resíduos está intimamente associada ao problema do desperdício de materiais e mão-de-obra na execução dos empreendimentos” (p. 18). O autor avalia a importância em observar itens como acondicionamento adequado de materiais, organização do canteiro e planejamento da disposição dos resíduos.

Em relação a gestão nos canteiros de obras, o mesmo autor apresenta considerações para a contribuição na não geração de resíduos: organização e limpeza do canteiro; triagem de resíduos, impedindo sua mistura com insumos; possibilidade de reaproveitamento de resíduos antes de descartá-los; e a quantificação e qualificação dos resíduos descartados, possibilitando a identificação de possíveis focos de desperdício de materiais.

Szomorovszky (2015) enfatiza a abordagem de Nagalli (2014) de se pensar em minimização dos resíduos e reciclagem durante a execução da obra e não apenas no projeto, tornando necessário a existência de um espaço e direcionamento para o condicionamento do RCC. À vista disso, o autor afirma que no planejamento de canteiro de obras devem ser consideradas: a disposição dos resíduos, levando em conta os aspectos relativos ao acondicionamento diferenciado, e a definição de fluxos eficientes. Além de reduzir a geração de resíduos, essa organização também implicará na redução de custos com transporte externo e destinação final.

O acondicionamento do resíduo consiste na etapa de transição entre o ambiente da obra e destinação na área externa (SZOMOROVSKY, 2015). Esse deve “[...] acontecer o mais próximo possível dos locais de geração dos resíduos, dispondo-os de forma compatível com seu volume e preservando a boa organização dos espaços nos diversos setores da obra” (PINTO, 2005, p. 21), além disso, deve-se considerar os acessos para coleta, principalmente dos resíduos mais volumosos, evitar o acúmulo de água e não permitir o fácil acesso de pessoas externas (BLUMENSCHHEIN, 2007).

Os dispositivos de armazenagem mais vistos atualmente são bombonas plásticas (1), caçambas estacionárias (2); baias externas (3) e *bags* (4), ilustradas na Figura 5.

Figura 5 – Dispositivos de armazenagem comuns para resíduos de obras.



Fonte: Szomorovszky (2015, p. 35).

Em obras de pequeno porte, os resíduos são coletados, em geral, em sacos de rafia ou sacos de lixos, e direcionados até o depósito no ambiente externo, comumente caçambas estacionárias (SZOMOROVSKY, 2015), conforme Figura 6.

Figura 6 – Resíduo acondicionado em saco de lixo.



Fonte: Szomorovszky (2015, p. 36).

A movimentação do RCC precisa ser considerada no planejamento da implantação do canteiro de obras para minimizar a possibilidade de formação de “gargalos”. O transporte interno dos resíduos, entre o acondicionamento inicial e final, é feito por meios convencionais e disponíveis, geralmente carrinhos, elevadores de carga, guias, guinchos e condutor de entulhos (PINTO, 2005). Infelizmente em vários casos esse processo é feito de maneira improvisada, sem preocupação com a separação ou o destino do resíduo (SZOMOROVSKY, 2015).

A solução para o acondicionamento final dos resíduos depende de características como tamanho, quantidade, localização e tipo de dispositivo, podendo variar no decorrer da execução da obra. Para que haja êxito na gestão dos resíduos, a escolha deve ser feita considerando: volume e características físicas dos resíduos, facilidade para a coleta, controle da utilização dos dispositivos (especialmente quando dispostos fora do canteiro), segurança para os usuários e preservação da qualidade dos resíduos nas condições necessárias para a destinação (PINTO, 2005).

Para dar ao resíduo um ciclo de vida sustentável, segundo Pinto (2005), é necessária atenção para a possibilidade de reutilização ou mesmo a viabilidade econômica da reciclagem dos resíduos no canteiro. A identificação de materiais reutilizáveis depende do correto manuseio dos resíduos, gerando economia tanto ao dispensar compra de novos materiais, quanto ao evitar identifica-los como resíduos e gerar custo de remoção. Já a reciclagem de resíduos depende de aspectos relacionados ao volume e fluxo de geração dos resíduos; equipamentos e espaço necessários para processo; custos; e aplicação e controle tecnológico dos agregados produzidos na reciclagem, além de uma análise da viabilidade econômica e financeira.

Quanto à formalização dos procedimentos, Pinto (2005) conclui que “A implantação da Gestão de Resíduos interfere no dia-a-dia de todos os agentes que atuam na obra. Os resultados são obtidos conforme o nível de comprometimento dos operários, empreiteiros e direção da empresa com a metodologia proposta” (p. 26). Sendo assim, o autor afirma que o sucesso do processo dependerá do treinamento, capacitação e respeito dos agentes às condições necessárias para a limpeza da obra, triagem e destinação dos resíduos.

3.2. REUTILIZAÇÃO DO RCC NO CANTEIRO DE OBRAS

A reutilização é fundamental devido a crescente escassez de matéria prima no planeta, podendo ser considerada na construção ou demolição de um empreendimento conforme for o projeto e os critérios adotados quanto a sistemas e tecnologias construtivas (BLUMENSCHHEIN, 2007).

Para Lima e Lima (2012), o ideal seria a reutilização e reciclagem do RCC como parte integrante do planejamento e execução das obras sendo uma prática constante e incorporada ao dia-a-dia das construtoras, contudo, no Brasil essa prática é vista como uma sobrecarga de trabalho e até mesmo como uma barreira para o bom andamento dos serviços e seus prazos.

Blumenschein (2007) afirma que o estabelecimento de planos para reutilização deve ser feito com responsabilidade, sempre mantendo o controle da qualidade da aplicação dos resíduos. Alguns exemplos na fase de construção, citados pela autora, são a utilização de sobras de madeira provenientes da construção de formas em equipamentos de armazenamento e transporte de materiais na obra, como paletes, e o uso de restos de blocos cerâmicos, ou de concreto, em encasque ou enchimento de contrapisos, além disso, há também os materiais que podem ser utilizados mais de uma vez ao longo do processo construtivo, como escoramento metálico, formas metálicas, entre outros, que têm maior durabilidade do que aqueles em madeira.

De acordo com Grigoli (2000), em todas as faces executivas de uma edificação existem atividades nas quais são possíveis aplicar materiais recicláveis de um canteiro de obras. O Quadro 7 apresenta os prováveis tipos de resíduos gerados nas diferentes fases das obras e seu reaproveitamento.

Quadro 7 – Identificação dos resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS	POSSIVEL REUTILIZAÇÃO NO CANTEIRO	POSSIVEL REUTILIZAÇÃO FORA DO CANTEIRO
Limpeza do terreno	Solos	Reaterros	Aterros
	Rochas, vegetação, galhos	-	-
Montagem do canteiro	Blocos cerâmicos, concreto (areia, brita)	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Madeira	Formas/escoras/travamentos (gravatas)	Lenha
Fundações	Solos	Reaterros	Aterros
	Rochas	Jardinagem, muros de arrimo	-
Superestrutura	Concreto (areia, brita)	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Madeira	Cercas, portões	Lenha
	Sucata de ferro, fôrmas plásticas	Reforço para contrapisos	Reciclagem
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa	Base de piso, enchimentos, argamassas	Fabricação de agregados
	Papel, plástico	-	Reciclagem
Instalações hidro-sanitárias	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	PVC, PPR	-	Reciclagem
Instalações elétricas	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Conduites, mangueira, fio de cobre	-	Reciclagem
Reboco interno/externo	Argamassa	Argamassa	Fabricação de agregados
Revestimentos	Pisos e azulejos cerâmicos	-	Fabricação de agregados
	Piso laminado de madeira, papel, plástico	-	Reciclagem
Forro de gesso	Placas de gesso acartonado	Readequação em áreas comuns	-
Pinturas	Tintas, seladoras, vernizes, textura	-	Reciclagem
Coberturas	Madeira	-	Lenha
	Cacos de telhas de fibrocimento	-	-

Fonte: Adaptado de Valotto (2007).

Apesar de Valotto (2007), através do quadro anterior, apontar a fabricação de agregados a partir de resíduos como um processo externo ao canteiro, para Grigoli (2000) é possível o uso dos “entulhos recicláveis”, que são areias, pedras, concreto, cerâmicas, argamassas, vidros, cerâmicas esmaltadas e metais, na composição de concreto e argamassa a ser aplicado na própria obra. O traço de uma argamassa ou de um concreto com entulho reciclável está vinculada eminentemente à consistência necessária à sua aplicação.

Um aspecto importante dessa aplicação é a limitação do uso em peças de estruturas de concreto armado com elevadas cargas de compressão e/ou tração. São exemplos de aplicações para quais o autor sugere diferentes traços com agregados de entulhos recicláveis: assentamento de batentes, esquadrias, contrapiso e blocos cerâmicos, chumbamento de tubulações elétricas e hidráulicas, remendos e emendas em alvenaria, enchimento de degraus de escadaria, drenagens, entre outros. A Figura 7 apresenta algumas peças fabricadas com agregados reciclados em um sistema de gerenciamento de RCC da cidade de São João do Rio Pedro/SP: caixas de gordura (1), *pavers* (2), mobiliário urbano (3) e blocos de concreto (4).

Figura 7 – Confeção de peças com agregados reciclados.

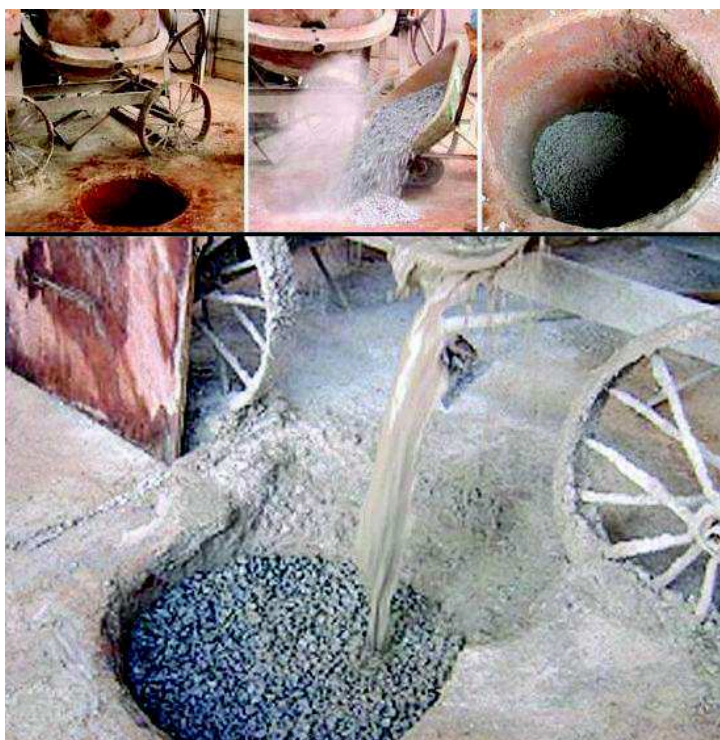


Fonte: Adaptado de Lima e Lima (2012, p. 31-34).

Para melhorar a viabilidade e cumprir com esse objetivo, é possível uma parceria entre empresas e laboratórios de ensaios tecnológicos ou Instituições de Ensino para a realização de análises, ensaios e determinação de trações que são adotados na reutilização dos RCC (LIMA e LIMA, 2012).

No que se refere a resíduos líquidos, um dos mais comuns nos canteiros são as águas oriundas do processo de dosagem de concreto e argamassa ou da lavagem da betoneira, que carregam consigo cimento, brita e areia. Para minimizar o impacto dessas no solo ou na rede de esgoto, Blumenschein (2007) sugere a instalação de um filtro de decantação de simples construção (Figura 8). O filtro é composto por um buraco de 1,50 m a 1,70 m de profundidade, com uma camada de brita de 50 cm a 70 cm no fundo. No topo do buraco pode ser colocado uma peneira para coar a água antes de ser colocada no filtro. A manutenção do filtro deve ser feita periodicamente e seus resíduos devem ser depositados junto aos resíduos de classe A.

Figura 8 – Filtro de decantação para efluentes líquidos.



Fonte: Adaptado de Blumenschein (2007, p. 26).

Segundo Lima e Lima (2012), a reciclagem e reutilização dos resíduos acaba despertando maiores interesses para estudos nas Instituições de Ensino que

na prática das obras. Tal situação não deveria acontecer uma vez que o gerenciamento de RCC dentro do canteiro de obras apresenta vantagens para as empresas como a redução do consumo de matérias extraídas diretamente da natureza (areia e a brita, por exemplo), redução do volume de resíduos a descartar, redução dos acidentes de trabalho devido a obras mais limpas e organizadas, redução do número de caçambas retiradas da obra, aumento na produtividade e diminuição de impactos ambientais. Além do atendimento aos requisitos ambientais em programas como PBQP-H, Quali-Hab e ISO 14.000 e certificações *Green Buildings*, sendo um diferencial positivo na imagem da empresa perante ao público consumidor.

No que se refere ao planejamento do canteiro experimental para a UFSC-Campus de Joinville serão adotadas medidas para o gerenciamento de resíduos no que se refere a separação e armazenamento de acordo com as classificações da Resolução CONAMA nº 307. Desse modo, será possível atividades envolvendo a reciclagem e reutilização do RCC tanto com objetivo de reduzir a geração de resíduo quanto para desenvolvimento de novos materiais e tecnologias de construção. Como exemplo do canteiro experimental da FAUUSP, é interessante a existência de um triturador de entulhos para que os resíduos sejam triturados e reaproveitados nas atividades posteriores (NEUBURGER, 2015), permitindo que todo o processo de reaproveitamento seja feito dentro do canteiro.

4. PROJETO DO CANTEIRO EXPERIMENTAL SUSTENTÁVEL

O canteiro experimental tem como objetivo proporcionar a infraestrutura necessária para realização do processo de desenvolvimento de projetos, permitindo a experimentação na prática construtiva. Nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil é comum a insegurança do estudante quanto as suas competências como futuro profissional. O canteiro torna-se, portanto, uma ferramenta de união entre o aprendizado prático e teórico, com um complementando ao outro, permitindo, através da experimentação, surgir um senso crítico que poderia estar bloqueado ou mesmo inexistente no indivíduo.

De acordo com Ronconi (2005), o canteiro experimental permite ao estudante reconhecer sua capacidade de trabalhar seus conhecimentos (adquiridos no curso ou não) respondendo a situações ainda não enfrentadas por ele. A possibilidade que o estudante terá para trabalhar, a partir da própria escolha, permitirá a construção de uma confiança em sua capacidade de avaliar uma situação e agir de acordo com as possibilidades existentes naquele momento e naquele contexto.

O autor aponta duas confusões que acontecem frequentemente perante a ideia do canteiro. A primeira se dá com o canteiro de obras, devido a ambos serem espaços para organizar o trabalho na materialização de projetos, utilizando os mesmos materiais e exercitando as mesmas técnicas. O canteiro experimental, entretanto, não se limita ao treinamento de habilidades construtivas. Enquanto o canteiro de obras aliena o trabalhador para atender o interesse do mercado da construção, o canteiro experimental dá a liberdade e a possibilidade de criar ao estudante, com mais complexidade, uma visão sobre sua profissão, atendendo ao interesse humano voltado para a produção do conhecimento.

A segunda confusão consiste em avaliar que, se não é possível encarar o canteiro como qualquer canteiro de obras, então este deverá ser voltado à pesquisa analítica, recebendo o formato complementar para a apoiar os laboratórios

característicos da engenharia civil, onde estuda-se a resistência dos materiais e suas propriedades separadamente.

Esse pensamento não deve ser seguido, segundo o autor, pois impede de valorizar, no canteiro experimental, atividades que estimulam um processo voltado para a compreensão das múltiplas relações, ligando os diversos aspectos do conhecimento humano. Deve-se, portanto, buscar um esforço, em que se valoriza os propósitos pedagógicos do canteiro experimental como suporte para o entendimento das relações sistêmicas existentes nas atividades da construção civil.

No que diz respeito a criação de um canteiro experimental, Pisani et al. (2007) recomenda alguns procedimentos, entre eles:

- Necessidade de uma área descoberta ou com pé direito generoso (mínimo de 6,00 metros) para os exercícios de grande porte (entre canteiros já implantados a área varia de 300 a 10 mil m²);
- O ambiente de aulas teóricas deve ser próximo para tornar o uso do canteiro mais eficiente;
- Os materiais, equipamentos e instrumentos dos laboratórios de materiais e ensaios tecnológicos, entre outros, servirão de apoio, portanto, é necessária sua proximidade física e uma gestão integrada;
- O canteiro deve estar integrado com atividades de pesquisa da graduação, pós-graduação, como também com atividades de extensão.

Ronconi (2005), por sua vez, resume os principais pontos desejáveis para a implantação de um canteiro experimental:

- I. A coerência de incorporar o canteiro experimental ao projeto didático pedagógico do curso;
- II. A precisão do local escolhido para essa atividade, considerando todas suas consequências: descarga de material, geração de resíduos etc.;
- III. A necessidade de um projeto que considere a instalação de equipamentos básicos e o atendimento de necessidades especiais, sem vincular os equipamentos e ferramentas a uma única técnica construtiva;
- IV. Considerar a inserção de oficinas de apoio devido à importância para operação do canteiro experimental, valorizando sua versatilidade;
- V. Um dimensionamento espacial adequado ao universo de estudantes do curso;

- VI. Prever e implantar estratégias visando à segurança dos usuários.
- VII. Existência de estimativa orçamentária para manutenção do espaço, independente de recursos oriundos de financiamentos para pesquisas.

Tendo em vista o objetivo deste trabalho, o presente capítulo diz respeito a elaboração da proposta do canteiro experimental para o Campus de Joinville. Esse processo requer a compreensão de noções básicas de organização de espaço, distribuição de ambientes, normativas referentes a projeto e construção civil, percepção dos aspectos funcionais, estéticos e estruturais, sempre atendendo as necessidades existentes de uso e ocupação da edificação. Sendo assim, as atividades realizadas estarão divididas em duas principais etapas: estudo de casos e estudo preliminar.

4.1. ESTUDO DE CASOS

O estudo de caso procura aproximar o projetista do tema e do programa de necessidades a ser trabalhado através de soluções já concretizadas, considerando suas formas volumétricas e técnicas construtivas adotadas (ODEBRECHT, 2006).

Neste trabalho, procura-se analisar e compreender a estrutura de um canteiro experimental já implantado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), para posteriormente elaborar o projeto final com base no aprendizado. Além disso, a pesquisa estende-se para outros ambientes destinados a atividades práticas nas universidades.

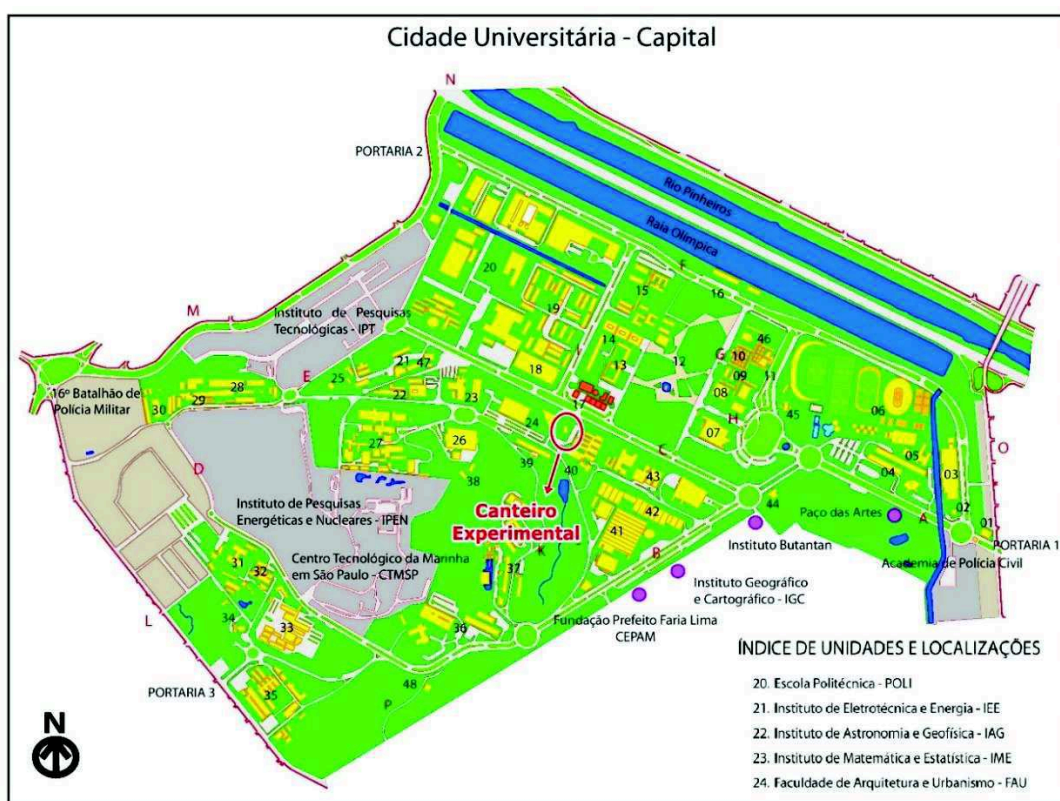
Entre vários espaços didáticos que envolvem práticas de construção no mundo, ganham destaque nesse estudo dois laboratórios de fabricação presentes de universidades: o Fab Lab Barcelona, na Espanha e o UTK Fab Lab, nos Estados Unidos. Apesar de não possuir os mesmos objetivos do canteiro experimental, um Fab Lab envolve educação, inovação e invenção e, para que isso seja possível, deve possuir uma infraestrutura adequada a realização das atividades.

4.1.1. Canteiro Experimental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP)

O projeto para implantação do Canteiro Experimento “Antonio Domingos Battagliada” da FAUUSP teve início no segundo semestre de 1997, sendo a obra inaugurada em 1998.

O canteiro localiza-se em um terreno de aproximadamente 3000 m², sendo 380 m² de área coberta (RONCONI, 2002) e, a partir da Figura 9, pode-se ver sua localização dentro do mapa da Universidade de São Paulo (USP). De acordo com Lutofo (2014), até 2013, passaram por ali cerca de 3 mil estudantes, sem considerar os participantes de eventos abertos à comunidade.

Figura 9 – Localização do canteiro experimental dentro da Cidade Universitária da USP.



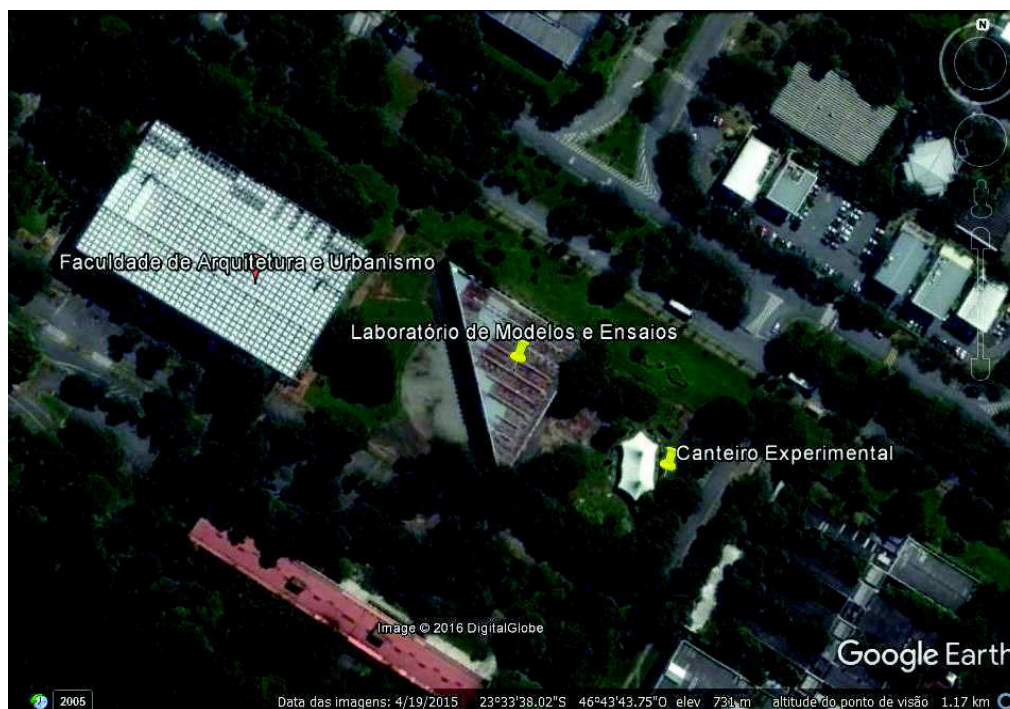
Fonte: Adaptado de

<http://www.usp.br/mapas/mapas/pdf/cidadeuniversitaria.pdf> (2016)

Próximo das instalações do canteiro experimental está o do Laboratório de Modelos e Ensaios (LAME), como mostra Figura 10, o qual fornece o apoio necessário para as atividades realizadas. Esse trabalho em conjunto é importante para a operação do canteiro, permitindo, por exemplo, trabalhos com madeira,

metais, resinas e tintas serem feitos nas oficinas de apoio do LAME (RONCONI, 2005).

Figura 10 - Localização do canteiro experimental da FAUUSP



Fonte: Google Earth (2015).

De acordo com Ronconi (2002), para o canteiro experimental possui uma estrutura que facilita a visão dos exercícios construídos no espaço, de forma a permitir que estudantes e demais usuários da USP que transitassem nas proximidades tivessem contato com parte do ensino da arquitetura. O canteiro encontra-se hoje protegido por um alambrado, que limita o acesso de veículos e pessoas, mas ainda garante a visibilidade do mesmo.

Segundo o autor, a cobertura é uma estrutura tensil apoiada em dois mastros centrais com nove metros de altura e oito postes externos, de três metros de altura cada. Os mastros principais são de seção composta para que, além de leveza e economia de material, possibilitam uma visibilidade didática para os usuários. O tecido da cobertura, por sua vez, é formado por três filmes, sendo os externos na cor branca e entre eles um filme resistente a radiação ultravioleta, garantindo um equilíbrio térmico nos dias de muito calor.

A rampa de acesso e o piso do pátio coberto são estruturados de concreto armado de modo a resistir aos esforços oriundos do trânsito de veículos e

equipamentos mais pesados, permitindo variada utilização. O restante do terreno encontra-se em solo natural para prática de exercícios específicos.

O canteiro está equipado com betoneiras; mesa vibradora, para trabalhos com pré-moldados de concreto e argamassa armada; prensa para produção de blocos de terra compactada; bancada especial com pontos de energia elétrica; e bancada com duas cubas e pontos de água. Em uma área descoberta, dispõe de um tanque para cura submersa e baias para estoque de materiais a granel (pedras, areias, solos etc). Possui, ainda, um estoque de ferramentas para serviços de construção, como mangueiras de nível, prumos, trenas, marretas, enxadas, pás, serrotes, martelos e alicates, além de conjuntos de Equipamentos Individuais de Segurança, compostos por capacetes, máscaras e óculos de proteção (RONCONI, 2002; RONCONI, 2005).

Em relação a geração de resíduos, existe a preocupação em armazenar os entulhos em uma baia específica e, posteriormente, enviá-los para um triturador de entulhos. Sendo assim, é possível experimentar práticas construtivas que envolvam o reaproveitamento de resíduos, além de incentivar e contribuir com o desenvolvimento sustentável (NEUBURGER, 2015).

Segundo Lutofo (2014), três disciplinas do Departamento de Tecnologia da Arquitetura integram o canteiro experimental da FAUUSP em seus planos de ensino, são elas:

- Construção do Edifício I - Disciplina obrigatória do 1º semestre, com turma de 150 alunos;
- Construção do Edifício II - Disciplina obrigatória do 2º semestre, com turma de 150 alunos;
- Técnicas Alternativas de Construção - Disciplina optativa a partir do 7º semestre, com turma de 30 alunos.

Em ambas as disciplinas obrigatórias, o curso é dividido em teórico-expositivo e prática construtiva, sendo que a última tem duas etapas básicas, projeto no ateliê e construção no canteiro. É possível perceber que há um cuidado dos docentes em aproximar o aluno ao ato de construir e às relações desse com o ato de projetar. Diferente das anteriores, a disciplina optativa Técnicas Alternativas de Construção tem poucas aulas expositivas, sendo que a dinâmica do curso se inicia em ateliê de projeto para depois seguir ao canteiro. Essa segue uma metodologia conhecida como *Problem Based Learning* (PBL) ou aprendizado baseado em

problema. Diante de diversas problemáticas propostas pelos professores, os estudantes têm como objetivo construir alguma parte de um edifício.

O autor afirma que a introdução do canteiro experimental dentro do projeto pedagógico da FAUUSP ainda é tímida, entretanto, esse é um espaço pedagógico referência para formulação de outros similares e a cada ano muitas pesquisas são realizadas a partir dessa proposta. Para o futuro, espera-se a compra de novos equipamentos para pesquisa e construção de um Laboratório de Culturas Construtivas.

A seguir são apresentadas algumas imagens que ajudam a entender melhor o que é o canteiro experimental.

Figura 11 – Canteiro experimental em fase final de construção (A) e em funcionamento (B).



Fonte: Adaptado de Ronconi (2002, p. 175) e Pfützenreuter (04/05/2015).

Figura 12 – Espaços internos do canteiro: baias para materiais a granel (A) e área descoberta para construção (B).



Fonte: Pfützenreuter (04/05/2015).

Figura 23 – Área coberta do canteiro.



Fonte: Pfützenreuter (04/05/2015).

Figura 14 – Escritório (A) e almoxarifado (B) do canteiro.



Fonte: Pfützenreuter (04/05/2015).

Comentários

- ✓ O piso da área coberta é em concreto e ao redor, há um amplo espaço em solo natural, em grama, à disposição para construções maiores e também como espaço para expor projetos e construções;
- ✓ As baias (Figura 12-A) guardam materiais a granel expostos ao tempo ou protegidas apenas por lonas. A diferença de cores entre as baias ajuda na distinção dos materiais. Além disso, a disposição dessas no canteiro é estratégica de forma que fique próxima a área de produção e também na saída do canteiro, onde é fácil a reposição dos materiais ou o descarte dos resíduos;
- ✓ Na Figura 12-B é possível observar alguns trabalhos realizados no canteiro, entre eles, uma abóboda com cobertura vegetal (aos fundos) construída pelos próprios estudantes que, posteriormente, deu origem a um ambiente de trabalho e estudo;
- ✓ Ambiente fechado para escritório de trabalhadores do canteiro e almoxarifado (ferramentas e materiais), construído em containers (Figura 15).
- ✓ Ao lado da área do almoxarifado está prevista um local de expansão, cujo projeto futuro é a implantação de um laboratório de pesquisas e análises estruturais.

4.1.2. Fab Lab Barcelona

O termo Fab Lab é uma abreviação para “laboratório de fabricação” em inglês e diz respeito a espaços em que pessoas de diferentes áreas podem se reunir para realizar projetos de fabricação digital de forma colaborativa (GINESI, 2015). Para ser um Fab Lab é necessário conectar-se a uma comunidade global de estudantes, educadores, técnicos, pesquisadores, e a uma rede de partilha de conhecimento que abrange 50 países e 24 fusos horários. Por conseguinte, todos os laboratórios do programa possuem ferramentas e processos comuns (Figura 15), construindo uma rede global para pesquisa e inovação (FAB LAB BARCELONA, 2015).

Figura 15 – Ilustração da diversidade existente dentro de um Fab Lab.



Fonte: Fab Lab Barcelona (2015).

O Fab Lab Barcelona faz parte do Instituto de Arquitetura Avançada da Catalunha (IAAC), em Barcelona, Espanha. Inaugurado em maio de 2007, possui 800 m² e uma capacidade máxima de 100 pessoas, sendo um pequeno centro de produção e inovação equipado com ferramentas de fabricação digital e tecnologias para produção de objetos, protótipos e produtos eletrônicos. Seu objetivo é apoiar diferentes programas educacionais e de pesquisa relativos a múltiplas escalas do habitat humano (FAB LAB BARCELONA, 2015; MAKERTOUR, 2016).

Esse foi o primeiro Fab Lab da União Europeia, servindo de referência para os que vieram depois. Uma prática de destaque no laboratório é a criação de projetos de impacto ambiental, desde workshops sobre reciclagem de móveis sucateados ao SmartCitizen - uma tecnologia que visa a participação dos cidadãos na política de cidades mais inteligentes através de equipamentos para monitoramento de ambientes urbanos. Outro famoso projeto é o Fab Lab House, uma casa solar autossuficiente adaptável e customizada (MAKERTOUR, 2016).

Detalhes da estrutura do laboratório são apresentadas a seguir.

Figura 16 – Fachada do IAAC (A) e área interna pertencente ao Fab Lab Barcelona (B).



Fonte: Adaptado de Dyvik (2011) e Google Earth (2016).

Figura 17 – Espaços internos do laboratório.



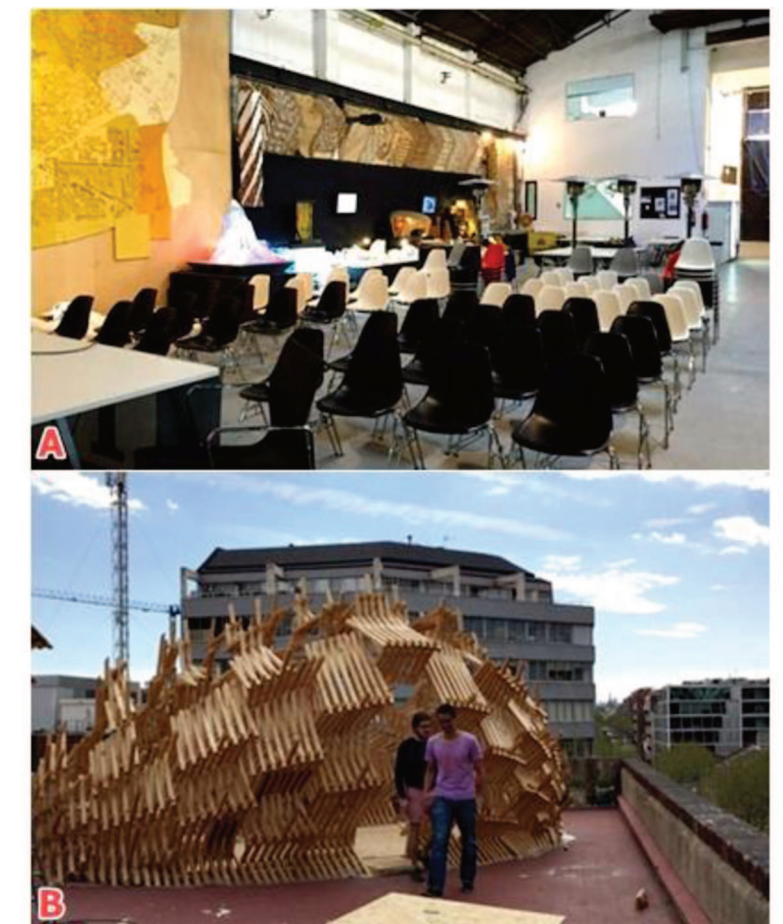
Fonte: Adaptado de Makertour (2016).

Figura 18 – Área de fabricação do laboratório.



Fonte: Bosque (2013).

Figura 19 – Espaço social interno (A) e terraço para atividades externas (B).



Fonte: Adaptado de Makertour (2016).

Comentários

- ✓ O laboratório encontra-se em um galpão anexo ao prédio do IAAC (Figura 16-A), que tem sua estrutura principal de alvenaria;
- ✓ Há dois acessos principais: um para pedestres e outra ao acesso de equipamentos e objetos maiores;
- ✓ Entre os ambientes internos tem-se paredes de vidro proporcionando amplitude dos espaços e visibilidade das atividades;
- ✓ Os ambientes internos destinados a criação são: áreas de fabricação (Figura 17 – A, B, C) e laboratório de projeto (Figura 17-D);
- ✓ Há também um espaço social interno ao laboratório destinado a exposição e seminários (Figura 19-A). A área de fabricação divide este mesmo ambiente, eventualmente, por uma divisória retrátil em tecido;
- ✓ O pé direito permite a construção de grandes estruturas no interior do laboratório;
- ✓ A cobertura do galpão é em estrutura metálica com claraboias que permitem a iluminação natural;
- ✓ O terraço do prédio da IAAC também está disponível para montagem de trabalhos do Fab Lab, como mostra a Figura 19 – B.

4.1.3. UTK Fab Lab

Por sua vez, pertence a Faculdade de Arquitetura e Design da Universidade do Tennessee. Localizado em Knoxville, Tennessee, Estados Unidos, o laboratório possui pouco mais de 1858 m², divididos em dois, proporcionando aos estudantes a oportunidade de projetar, testar e construir, a partir de ferramentas como impressoras 3D, cortadores a laser e robótica, além de equipamentos de metal e madeira. O laboratório também oferece inúmeros *workshops*, palestras e orientações andares (THE UNIVERSITY OF TENNESSEE KNOXVILLE, 2016).

O projeto de instalação do Fab Lab teve o objetivo de transformar uma propriedade histórica no centro de Knoxville em um novo espaço, contemplando estúdio, galeria e laboratório de fabricação. Tornou-se, por conseguinte, um exemplo de preservação arquitetônica e urbanização sustentável. Neste caso, diferente dos vistos anteriormente, o laboratório encontra-se a mais de 3 km da universidade e é acessível aos estudantes por meio do transporte público (ROEDER, 2014).

Por estar localizado em um terreno inclinado, as instalações do Fab Lab estão divididas em dois andares: um do nível da rua do acesso principal e um inferior a esse. As diferenças de níveis no interior do prédio e nos acessos são vencidas por escadas e rampas. Outros detalhes da estrutura podem ser vistos a seguir.

Figura 20 – Fachada do UTK Fab Lab.



Fonte: The University Of Tennessee Knoxville (2016).

Figura 22 – Espaços internos do laboratório.



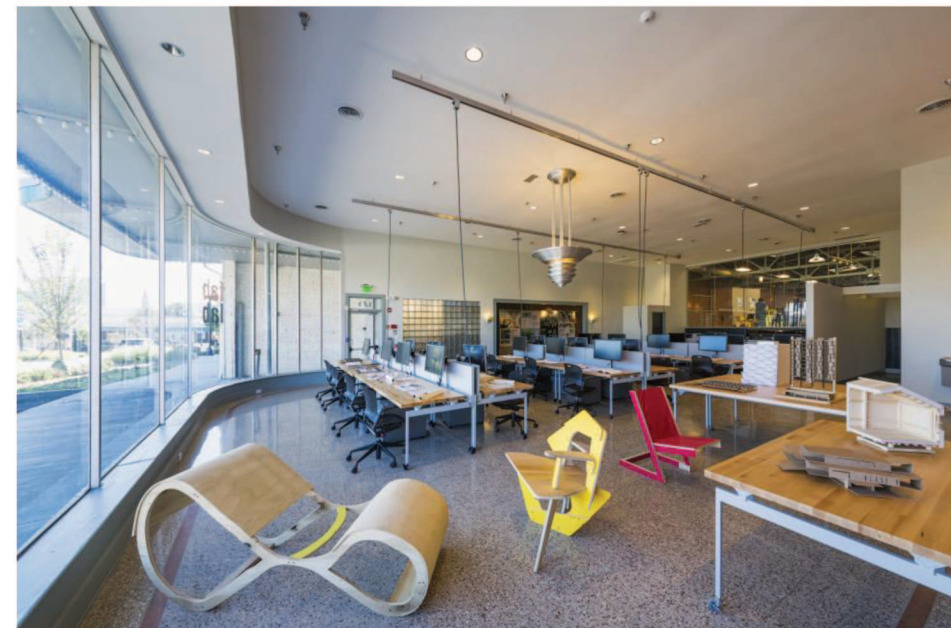
Fonte: Adaptado de The University Of Tennessee Knoxville (2016).

Figura 21 – Espaço interno na fase de implantação.



Fonte: Adaptado de The University Of Tennessee Knoxville (2016).

Figura 23 – Estúdio de projeto do UTK Fab Lab.



Fonte: The University Of Tennessee Knoxville (2016).

Comentários

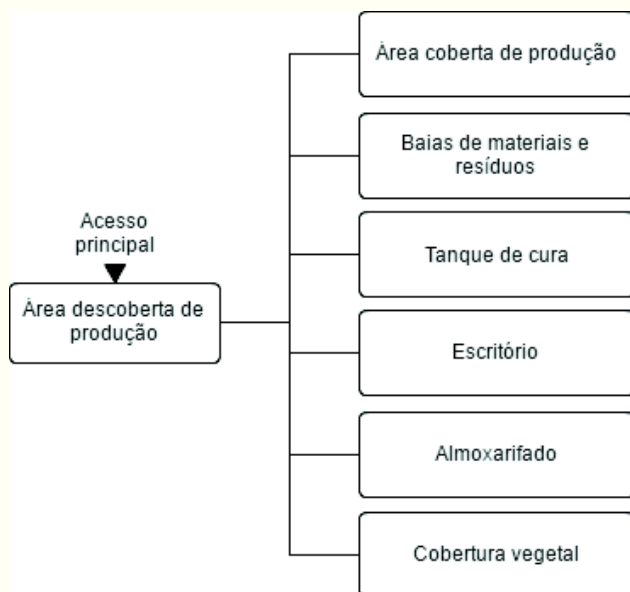
- ✓ O prédio no qual está instalado o UTK Fab Lab sofreu adequações conforme as necessidades das atividades executadas;
- ✓ A estrutura do prédio é em alvenaria, com as paredes externas de tijolos a vista;
- ✓ O vidro foi adotado na fachada e no estúdio de projetos, garantindo visibilidade e iluminação/claridade ao ambiente;
- ✓ A cobertura é em estrutura metálica com claraboias, permitindo a entrada de luz diurna;
- ✓ Grandes aberturas ocupam as paredes permitindo que a iluminação interna seja a natural.

A partir dos estudos de cada caso é possível traçar um comparativo entre eles, principalmente no que diz respeito ao *layout* e a logística dos espaços. Os pontos semelhantes possivelmente servirão de base para elaboração do projeto proposto neste trabalho, sendo que as diferenças deverão ser confrontadas e avaliadas como relevantes ou não para esse.

A seguir, portanto, é apresentado o comparativo entre os três estudos de caso por meio de duas ferramentas:

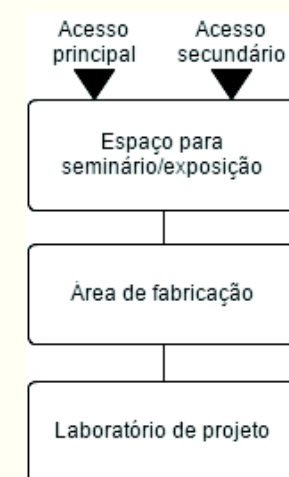
- Organograma – trata-se de uma esquematização que, segundo Odebrecht (2006), sintetiza a distribuição, organização e relação entre os diferentes compartimentos e setores com afinidade funcional.
- Zoneamento - nesse momento, trata-se de um estudo dos acessos e localização dos setores dentro da planta do local já implantado, identificando-os através de manchas.

Figura 24 – Organograma do canteiro experimental da FAUUSP.



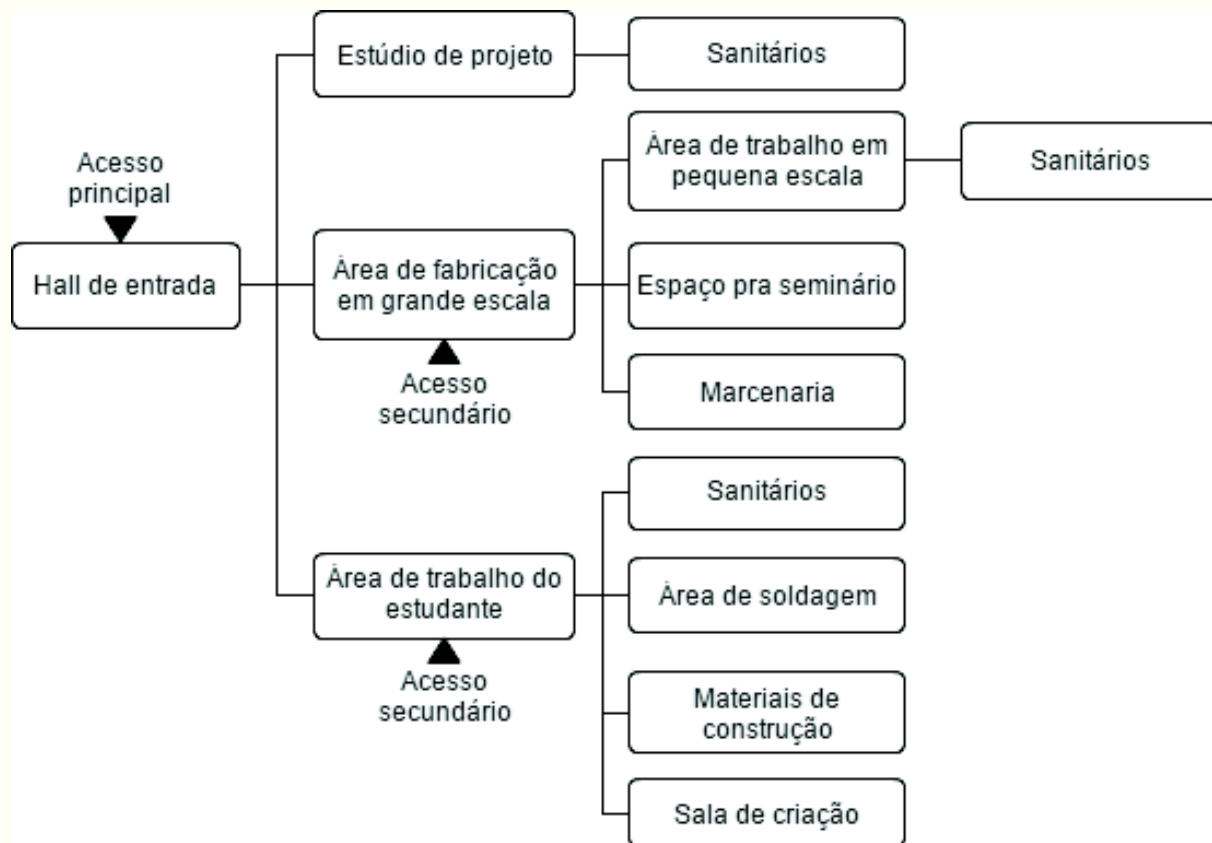
Fonte: Autora (2016).

Figura 25– Organograma do Fab Lab Barcelona.



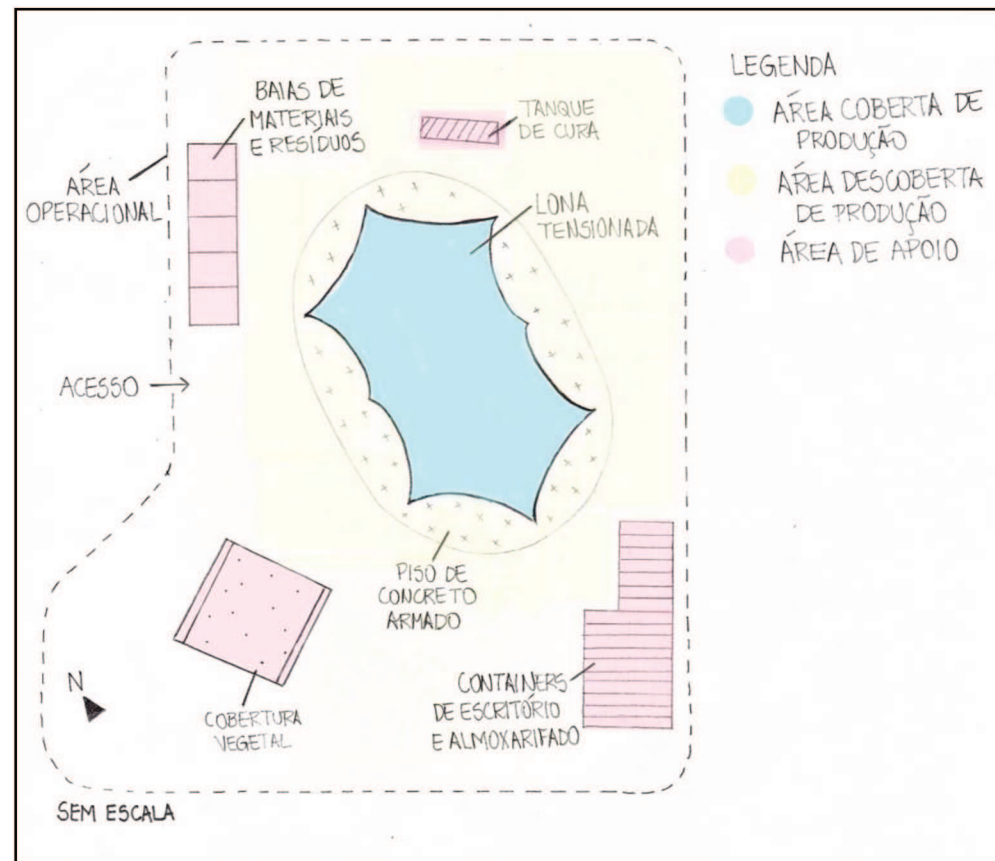
Fonte: Autora (2016).

Figura 26 – Organograma do UTK Fab Lab.



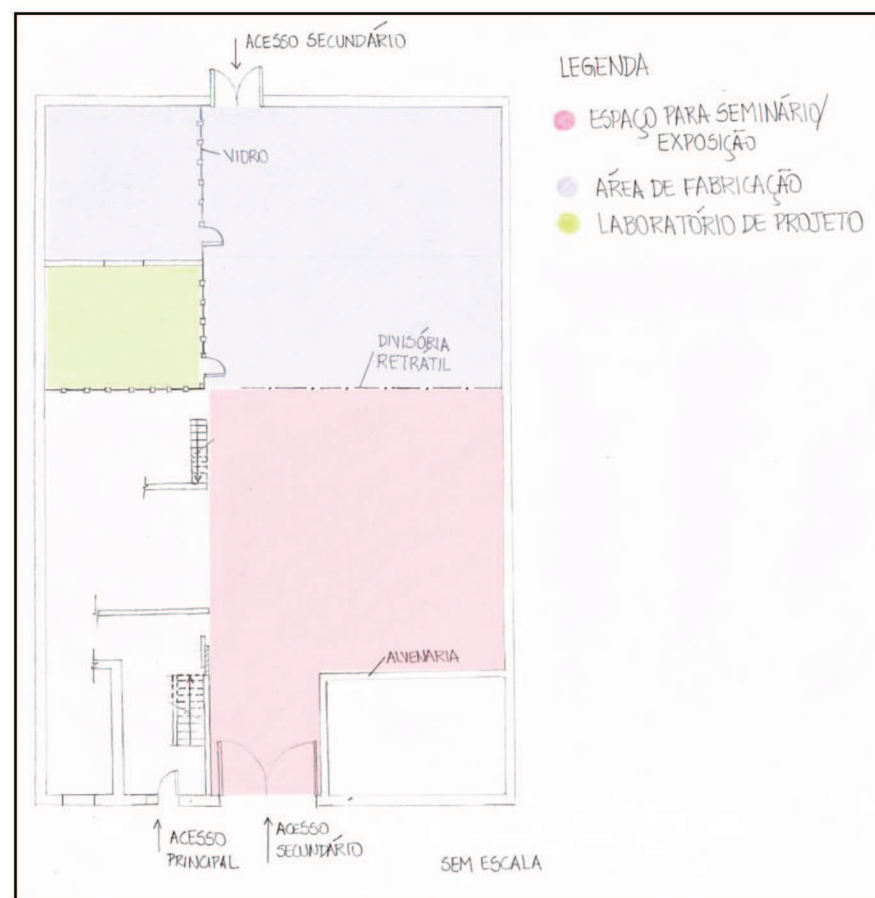
Fonte: Autora (2016)

Figura 27 – Zoneamento do canteiro experimental.



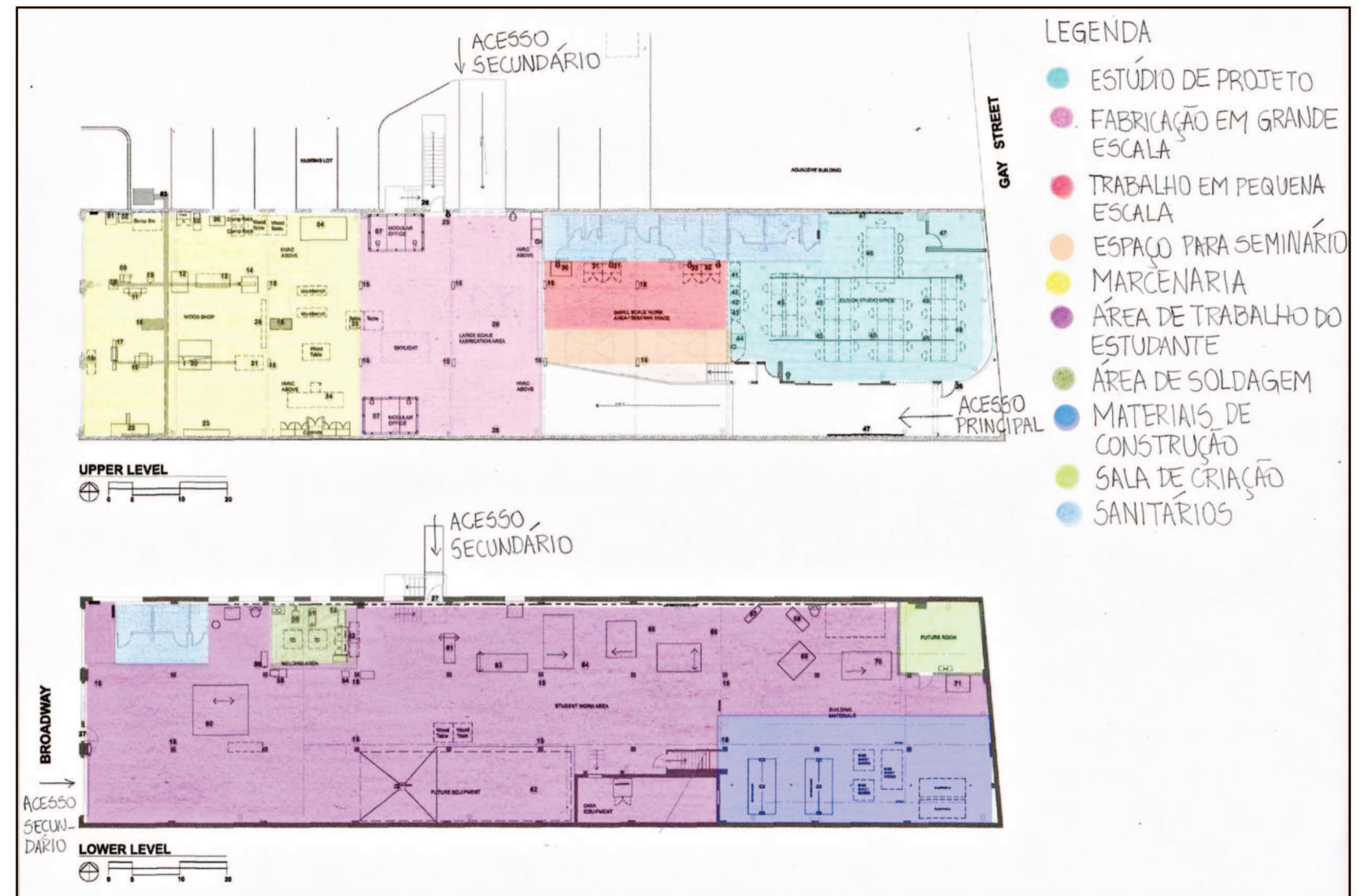
Fonte: Autora (2016).

Figura 29 – Zoneamento do Fab Lab Barcelona.



Fonte: Autora (2016).

Figura 28 – Zoneamento do UTK Fab Lab.



Fonte: Adaptado de The University Of Tennessee Knoxville (2016).

Comentários

- ✓ Ambientes amplos são importantes para proporcionarem flexibilidade e liberdade de construção;
- ✓ Os Fab Labs possuem salas destinadas a criação de projetos equipadas com mesas, computadores e impressoras. O projeto original do canteiro experimental da FAUUSP não prevê um espaço assim, embora, o ambiente adaptado com a cobertura vegetal possa servir para tal finalidade.
- ✓ Nota-se que os ambientes não possuem muitas divisórias, além disso, quando essa divisão existe, é comum o uso de paredes em vidro, garantindo ainda a continuidade e visibilidade entre os ambientes;
- ✓ Os acessos são fundamentais: eles devem permitir a passagem de pessoas e objetivos quaisquer. Nas passagens entre diferentes níveis é importante o uso de rampas (como no caso de UTK Fab Lab) garantindo a acessibilidade. O fluxo de materiais é diferenciado em ambos os Fab Labs através dos acessos secundários, em especial, o UTK Fab Lab tem acesso a partir de um estacionamento na lateral do prédio, o que facilita a carga e descarga;
- ✓ O canteiro experimental e o Fab Lab Barcelona têm instalações menores e menos complexas por estarem dentro de instituições de ensino, o que permite, por exemplo, não terem sanitários anexos aos seus espaços.

4.2. ESTUDO PRELIMINAR

O estudo preliminar permite o estabelecimento de diretrizes e condicionantes para o encaminhamento do projeto, isso porque, essa etapa oferece importantes elementos para tomadas de decisão, quando do desenvolvimento do partido geral e do projeto em si (ODEBRECHT, 2006).

As atividades inclusas no estudo preliminar desse projeto são: análise de condicionantes e normatização que regem a elaboração do projeto, a elaboração do programa de necessidades e esquematizações como organograma, fluxograma e zoneamento.

4.2.1 Análise do terreno e do entorno

Para estabelecer uma diretriz do projeto, faz-se uma análise do terreno do futuro Campus de Joinville-UFSC e seu entorno. Os condicionantes desse estudo são apresentados a seguir a partir de informações de Joinville (2010), IPPUJ (2015), Neuburguer (2015) e IPPUJ (2016).

- Condicionantes físicos
 - ✓ Clima: O clima da região é do tipo úmido a superúmido, mesotérmico, com curtos períodos de estiagem. A umidade relativa do ar é de 76,04% (média anual). Em relação a temperatura, a média anual é de 22,18 °C, sendo a média das máximas 27,15 °C e a média das mínimas de 18,64 °C. A incidência de ventos ocorre com mais frequência nas direções leste (26,5%) e nordeste (16,4%). Já a precipitação média anual para a cidade (entre os anos de 2000 e 2014) é de 2131,25 mm.
- Condicionantes locais
 - ✓ O Campus de Joinville será implantado em um terreno ao sul dos bairros Nova Brasília e Santa Catarina e que extrema ao leste com a Rodovia Governador Mário Covas (BR 101), ao longo dos quilômetros 51 e 52.
 - ✓ Acesso ao terreno: O acesso principal ao terreno será por meio de um trevo no km 51,5 da BR-101, em construção atualmente pela Autopista Litoral Sul.

- ✓ Acesso ao município: O Campus localiza-se próximo ao Eixo de Acesso Sul que tem origem nos limites ao Sul da área urbana do município e se estende até o entroncamento da BR - 101.
- Condicionantes legais
 - ✓ Plano diretor: A UFSC segue seu próprio plano diretor, que orienta o desenvolvimento dos campi. Buscou-se, assim, acesso ao plano diretor do futuro Campus de Joinville por meio do Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia (DPAE) UFSC, porém não houve sucesso.
 - ✓ Uso do solo: O terreno localiza-se em área classificada como Área Rural de Utilização Controlada (ARUC).

4.2.2 Normatização

As normatizações que regem a elaboração do projeto do canteiro experimental para o Campus de Joinville são:

- Norma Brasileira 12284 da Associação Brasileira de Normas Técnicas que diz respeito áreas de vivência em canteiros de obras (também conhecida como NB1367);
- Norma Regulamentadora 18 do Ministério do Trabalho sobre condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;
- Norma Regulamentadora 10 do Ministério do Trabalho referente a segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- Norma Brasileira 9050 da Associação Brasileira de Normas Técnicas que diz respeito a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

4.2.3 Programa de necessidades

O programa de necessidades relaciona e enumera todos os espaços e compartimentos exigidos para atender o perfeito funcionamento do objeto de edificação, sendo identificados os requisitos funcionais e estéticos (ODEBRECHT, 2006).

Para dar início ao programa, definiu-se o número de ocupantes proposto para o canteiro experimental. Segundo o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) do curso de Engenharia Civil de Infraestrutura (grade 2016-1) ingressam por semestre turmas com 25 alunos (UFSC, 2016), porém, a fim de otimizar as atividades práticas propostas para o canteiro, considerou-se nesse estudo o critério do Ministério da Educação que estipula para o curso de Arquitetura e Urbanismo a relação professor/aluno de 1:15 em aulas práticas e de projeto (BRASIL, 2002b).

Para propor o dimensionamento necessário do almoxarifado, recorreu-se novamente ao Projeto Pedagógico do Curso (PPC) do curso a fim de conhecer as disciplinas que, eventualmente, fariam uso do canteiro e, a partir dessas prever os materiais a serem utilizados e armazenados no canteiro (Quadro 8). Foram consideradas: Materiais de Construção I e II, Teoria das Estruturas, Estruturas de Concreto Armado I e II e Estruturas Metálicas e de Madeira.

Quadro 8 – Materiais e ferramentas de construção para uso no canteiro experimental.

Materiais em metro	Ensacados	Ferramentas	
Arames	Cimento	Baldes	Estiletos, lápis
Barras	Argamassa	Caixa de ferramentas	Gancho
Perfis	Rejunte	Carrinhos de mão	Grampos e grampeadores
Pranchas	Gesso	Cavadeira	Limas e grosas
Sarrafos	Cal	Colheres de pedreiro	Lixas
Tábuas		Corta vergalhão	Níveis e prumos
Tubos	Ferramentas elétricas	Cortador de pisos cerâmicos e azulejos	Pistola para tubo de silicone
	Esmerilhadeira		Prumos
Auxiliares	Furadeira/ Parafusadeira	Desempenadeiras	Rebitador
Conectores	Lixadeira orbital	Enxadas, marreta, pás e picareta	Serrote, formões e plainas
Lona plástica preta	Martelete	Escalas métricas	Talhadeiras e ponteiros
Equipamento de Proteção Individual	Serra Circular	Escovas	Tornos
	Serra Tico-Tico	Espátulas	Trenas e esquadros

Fonte: Autora (2016).

Por fim, construção final do programa de necessidades para o canteiro experimental da UFSC – Campus de Joinville (Quadro 9) utilizou-se como referência os estudos de caso da seção 4.1, das normativas listadas na sessão 4.2.2 e as obras de Neufert (1976), Alves (2011) e Littlefield (2011).

Quadro 9 - Programa de necessidades para o canteiro experimental da UFSC –
Campus de Joinville.

Programa de necessidades do canteiro experimental sustentável do Campus de Joinville							
Ambiente	Equipamentos	Área equip. (m ²)	Área uso (m ²)	Área livre (m ²)	Área total (m ²)	Capacidade de uso (pessoa)	
Áreas operacionais	Área de trabalho (interna)	Betoneira	2,00	5,00	317,00	400,00	15
		Mesa vibradora	2,00	4,00			
		Triturador de entulhos	2,00	10,00			
		Bancadas de trabalho	7,00	14,00			
	Área de trabalho (externa)	Tanque de cura submersa	14,00	12,00	2136,00	2355,00	-
		Baias de estoque de materiais e entulho	53,00	120,00			
	Almoxarifado	Prateleiras, armários, carrinho de transportes	-	-	-	51,20	-
Escritório do técnico do canteiro experimental	Mesa, cadeira e armário (kit UFSC)	-	-	-	13,90	2	
Sala de projeto	Mesas de desenho, mesa para professor, mesas de computador e impressora	-	-	-	52,40	15	
Ambiente	Descrição				Área total (m ²)	Capacidade de uso (pessoa)	
Áreas de vivência	Sanitário	Feminino			18,20	-	
		Masculino			18,20	-	
		Servidor			14,90		
	Vestiário	Feminino			24,20	10	
		Masculino			24,40	10	
	Lavanderia	-			20,00	-	
Área total estimada (m ²)					2992,40		

Fonte: Autora, 2016.

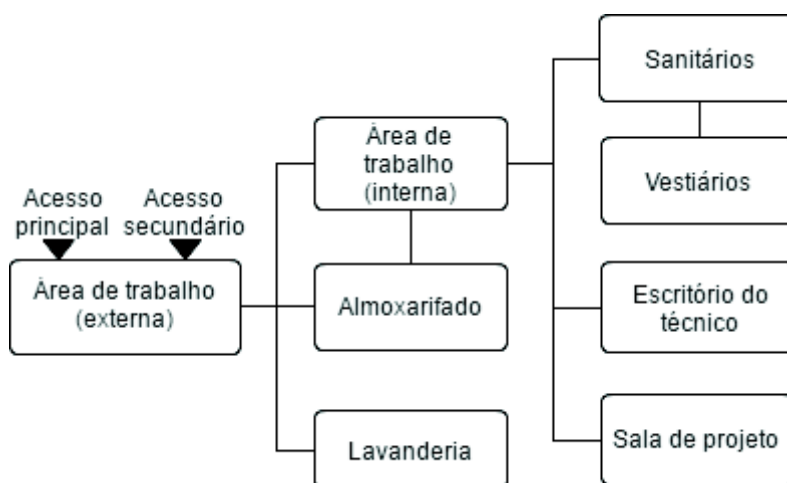
O projeto acaba sendo dividido em duas principais áreas, de operação e de vivência, seguindo as definições propostas pela NBR 12284 (ABNT, 1991). A área

total estimada no programa de necessidades considera apenas a área de piso dos ambientes internos, por isso fica um pouco menor que a área prevista para o canteiro experimental neste estudo, que é de 3000 m².

4.2.3. Organograma

A partir do organograma (Figura 30) algumas definições do projeto começam a ser impostas. Para o canteiro experimental propõe-se duas entradas: uma de acesso principal, exclusiva a pessoas, e outra que permita a entrada de veículos para carga e descarga. O acesso ao prédio do canteiro se dará pela área de trabalho interna e também pelo almoxarifado, facilitando a entrada e saída dos materiais.

Figura 30 – Organograma do canteiro experimental.



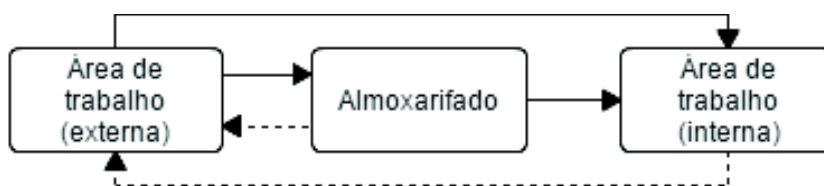
Fonte: Autora (2016).

4.2.4. Fluxograma

A partir do organograma foi desenvolvido os fluxogramas: esquemas do fluxo de materiais ou pessoas no canteiro experimental, apresentado o tipo de circulação existente entre os diferentes recintos.

O fluxo de materiais no canteiro (Figura 31) será entre as áreas de trabalho externa e interna, sendo que a passagem pelo almoxarifado será condicional para cada situação.

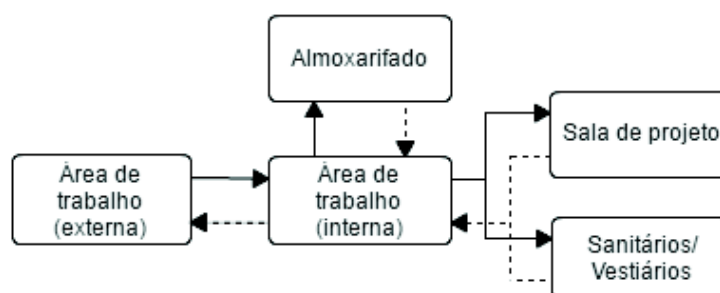
Figura 31 – Fluxograma dos materiais no canteiro experimental.



Fonte: Autora (2016).

A circulação dos estudantes (Figura 32) será principalmente entre as áreas de trabalho e sala de projeto, além dos sanitários e vestiários. O acesso ao almoxarifado é previsto apenas mediante autorização.

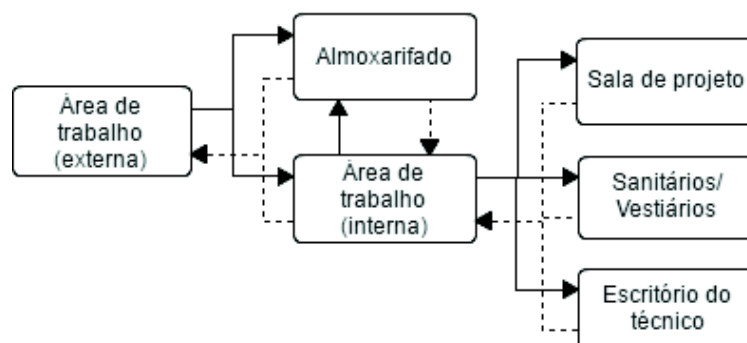
Figura 32 – Fluxograma dos estudantes do canteiro experimental.



Fonte: Autora (2016).

O técnico responsável pelo canteiro, por sua vez, terá acesso externo ao almoxarifado (Figura 33). Essa exclusividade também poderá ser aberta a professores ou outros colaboradores do canteiro, mediante regulamento interno da UFSC para Laboratório Integrado de Pesquisa e Ensino (LIPE).

Figura 33 – Fluxograma do técnico responsável pelo canteiro experimental.



Fonte: Autora (2016).

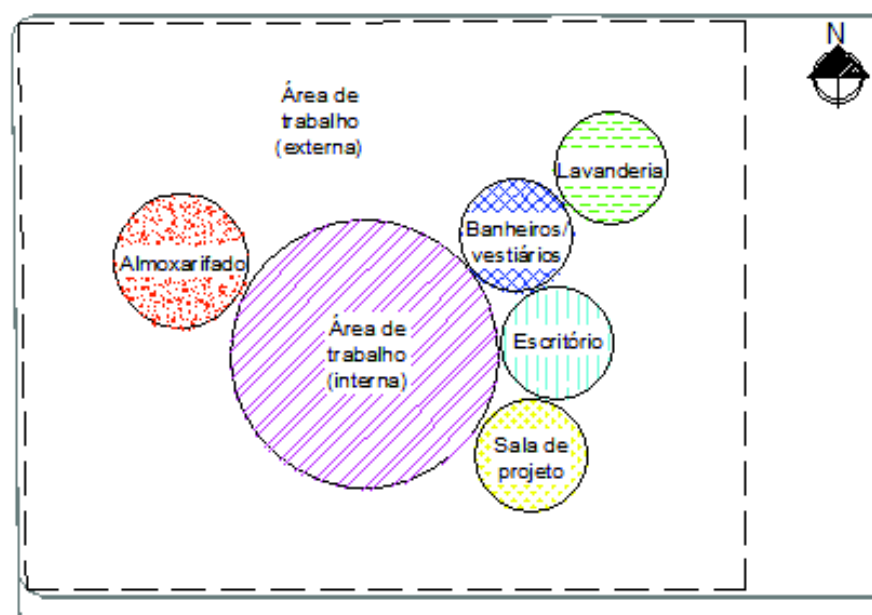
A partir das propostas de fluxos é possível definir o zoneamento do canteiro experimental.

4.2.5. Zoneamento

O zoneamento determina a intenção da implantação e direciona as ideias básicas, preliminares na concepção do projeto. A partir dele são definidos os acessos e a localização no terreno, e as áreas prescritas no programa de necessidades (ODEBRECHT, 2006).

Na Figura 34 é apresentado o zoneamento da proposta do canteiro experimental para UFSC - Campus de Joinville.

Figura 34 – Zoneamento do canteiro experimental.



Fonte: Autora (2016).

A proposta do edifício do canteiro de obras considera a centralização da área de trabalho, de forma que os demais ambientes estejam distribuídos ao redor. Prevê-se também que o almoxarifado fique mais próximo possível das entradas da área externa para facilitar a carga e descarga.

O canteiro experimental pode ser dividido entre áreas externas e internas (edifício). A lavanderia deve ser de fácil acesso, por isso fica na parte externa ao

edifício, sob proteção de uma cobertura com menor altura. Os demais ambientes são internos e, através das áreas previstas no Programa de Necessidades, é possível fazer uma comparação entre as áreas úteis da edificação, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10 – Comparação entre área internas do canteiro experimental.

Ambiente	Área (m ²)	%
Área de trabalho	363,00	60,9
Almoxarifado	51,20	8,6
Escritório	14,60	2,4
Sala de projeto	52,40	8,8
Sanitários/Vestiários	114,90	19,3
<i>Área útil total</i>	<i>596,10</i>	<i>100,0</i>

Fonte: Autora (2016).

Devido a sua funcionalidade, a área de trabalho é o principal ambiente do edifício, ocupando mais de 60% de ocupação. Em relação a área total do canteiro experimental (3000 m²), esse percentual cai para 12%, em uma comparação onde a área de trabalho externa tem maior relevância, ocupando quase 80% do canteiro.

4.2.6. Memorial descritivo

A premissa básica para proposta é criar um ambiente didático, prevalecendo o aspecto funcional. A otimização dos espaços e disposição dos ambientes na planta pretendem contribuir com o desenvolvimento intelectual e produtivo dos usuários, valorizando as condições climáticas da região, para o melhor aproveitamento da luz solar e ventos.

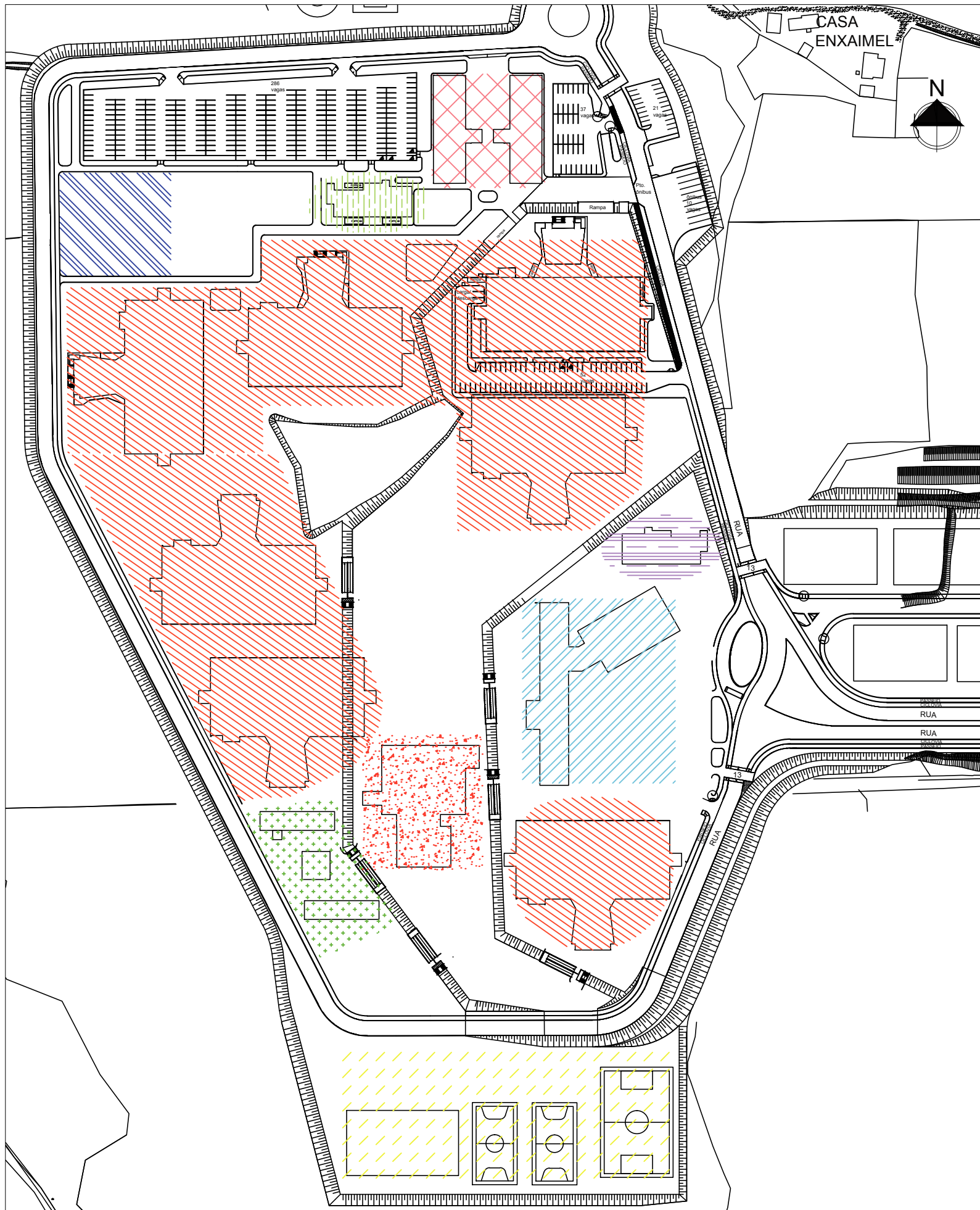
Com base nos condicionantes físicos, optou-se pela utilização do vidro na fachada sul da edificação, afim de melhorar o aproveitamento da iluminação natural. A ventilação natural também foi considerada como fator importante de projeto, adotando-se aberturas maiores nas fachadas norte e leste e lanternim, de modo a garantir a renovação do ar no interior da edificação, principalmente na grande área de trabalho interna.

Na localização no canteiro experimental foram respeitadas as áreas previstas para edificações no projeto original do Campus de Joinville cedido pelo Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia (DPAE) UFSC, tendo em vista a já regulamentação dessas áreas.










A proposta inclui o gerenciamento de resíduos do canteiro experimental, especificando uma área própria para tratamento e trituração dos entulhos e propondo a separação desses conforme a Resolução CONAMA nº 307 por meio de baias móveis. Além disso, ao lado da lavanderia, propõe-se um sistema de decantação para efluentes líquidos para que se possa lavar ferramentas e materiais sem comprometer o solo do local, conforme mostrado na seção 3.2, sendo o resíduo resultando separado na Classe A. Sendo assim, os resíduos sólidos e líquidos oriundos das atividades do canteiro serão descartados adequadamente ou reutilizados, minimizando o impacto do canteiro ao meio ambiente.

Como estratégia de garantir a eficiência energética e diminuir impactos ambientais, prevê-se adoção de projetos complementares com sistemas de energias renováveis, em especial a energia fotovoltaica (gerada a partir da luz do sol), e aproveitamento das águas da chuva.

A seguir é apresentada a proposta do canteiro experimental sustentável para o Campus de Joinville.

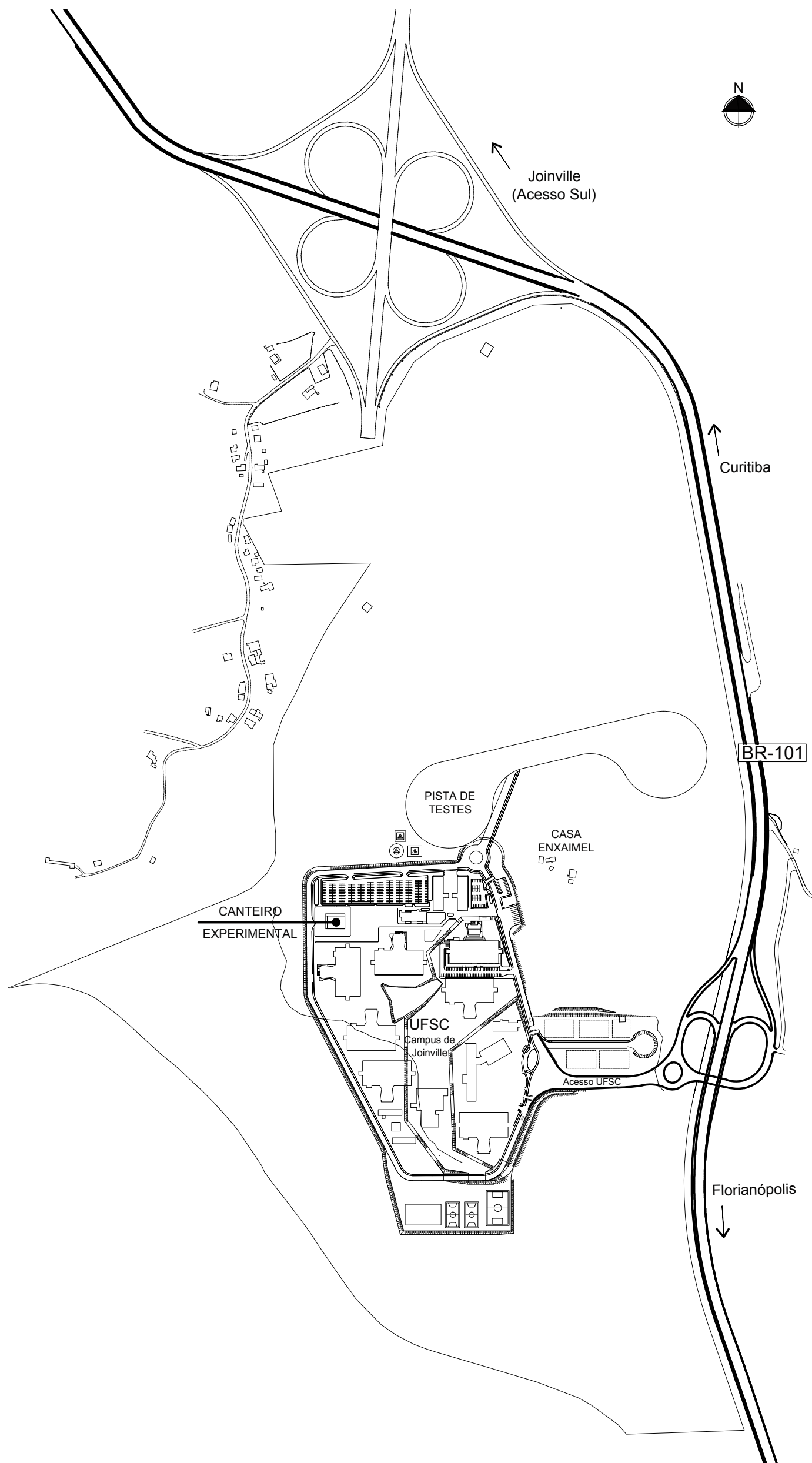


LEGENDA

-  ÁREA ACADÊMICO
-  EDIFÍCIO DE PROFESSORES
-  CENTRO DE EVENTOS/BIBLIOTECA
-  RESTAURANTE/C. VIVÊNCIA
-  OFICINAS/ALMOXARIFADO/LABORATÓRIOS
-  CANTEIRO EXPERIMENTAL
-  MORADIA ESTUDANTIL
-  ÁREA DE ESPORTES
-  REITORIA

Zoneamento
Escala 1:2500

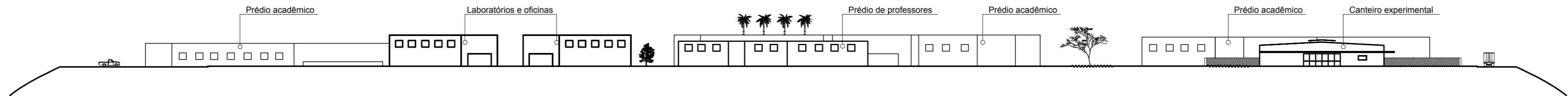
UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		Data 28/11/2015
Autora Bruna Fernanda Soares		Escala 1:2500
Etapa Estudo Preliminar		
Prancha Zoneamento da UFSC - Campus de Joinville		Folha 1/6
Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso	Orientadora Andréa H. Pfützenreuter	



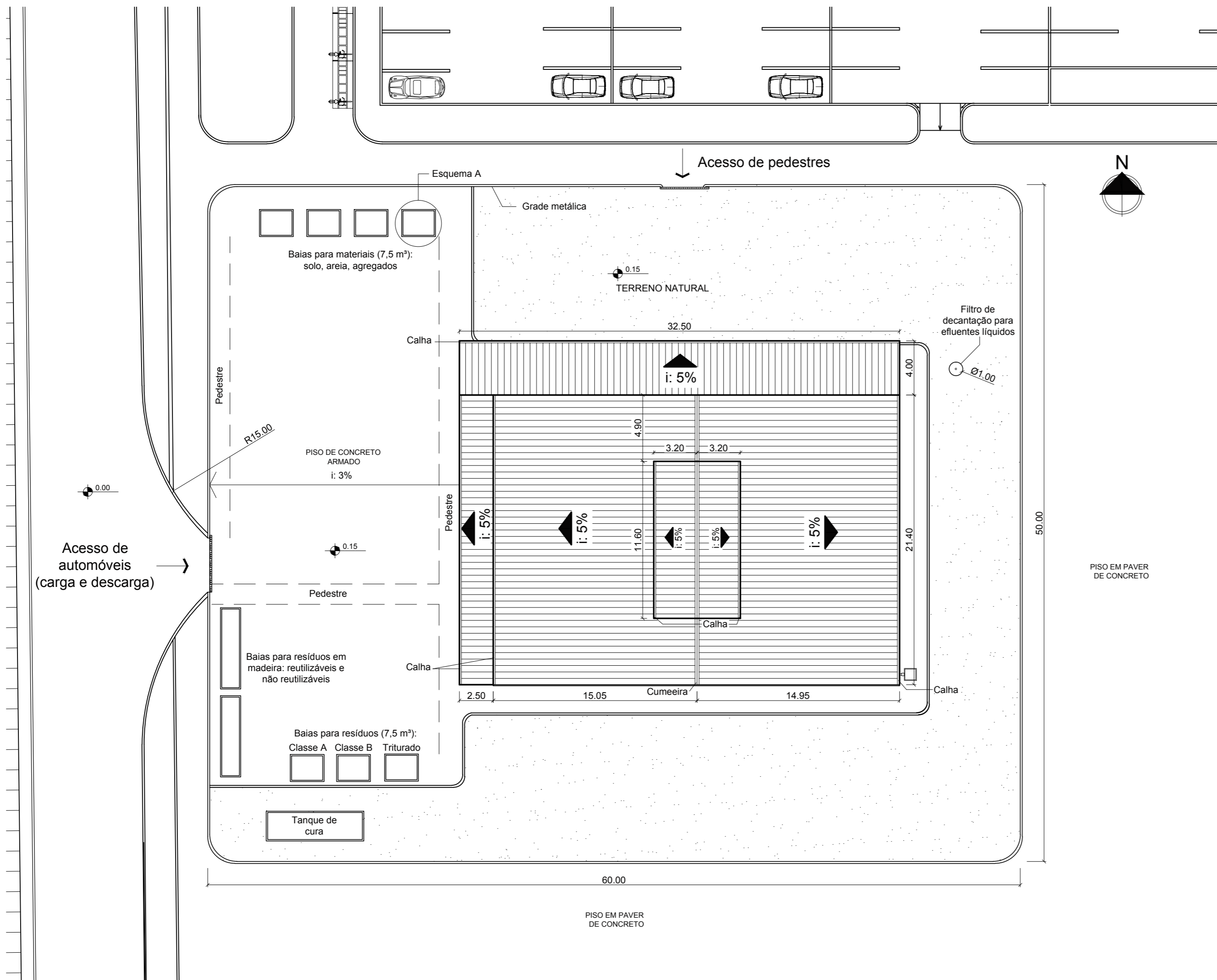
SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO CANTEIRO EXPERIMENTAL

Escala 1:7500

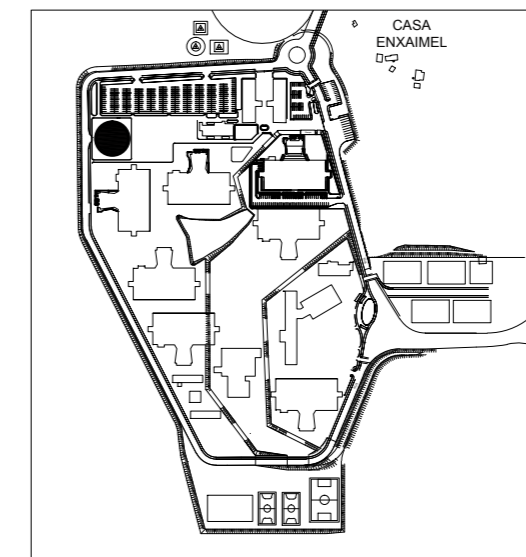
UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		Data 28/11/2016
Autora Bruna Fernanda Soares		Escala 1:7500
Etapa Estudo preliminar		
Prancha Situação e localização do canteiro experimental para UFSC - Campus de Joinville		Folha 2/6
Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso	Orientadora Andréa H. Pfützenreuter	



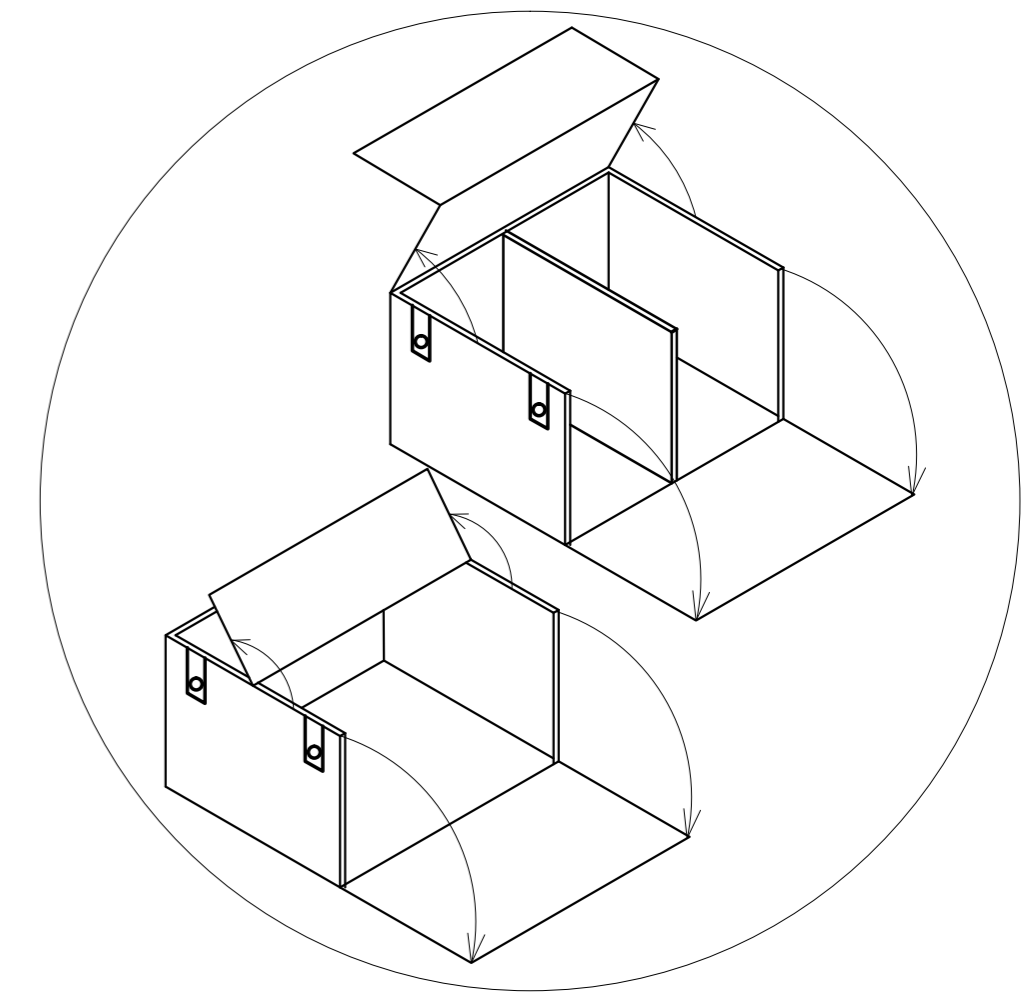
ELEVAÇÃO NORTE DO TERRENO DA UFSC - CAMPUS DE JOINVILLE
Escala 1:750



IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO EXPERIMENTAL
Escala 1:250

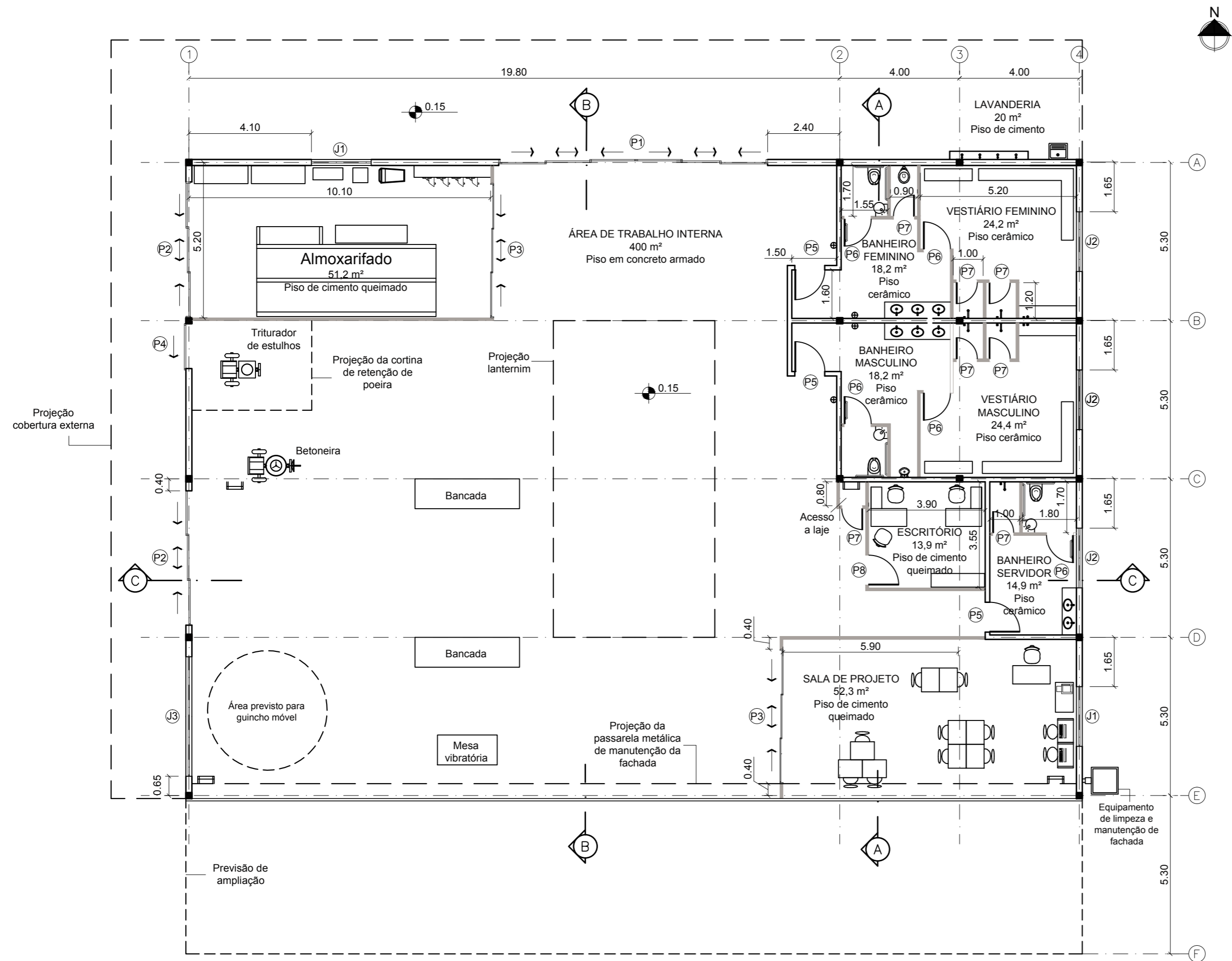


Localização do canteiro experimental (sem escala)



ESQUEMA A: abertura das baias metálicas. Baias com ou sem repartições
Escala 1:75

UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		Data	28/11/2016
Autora Bruna Fernanda Soares		Escala	Indicada
Etapa Estudo Preliminar		Folha	3/6
Prancha Implantação e corte transversal do terreno da UFSC - Campus de Joinville			
Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso	Orientadora Andréa H. Pfützenreuter		



PLANTA DO CANTEIRO EXPERIMENTAL
Escala 1:125

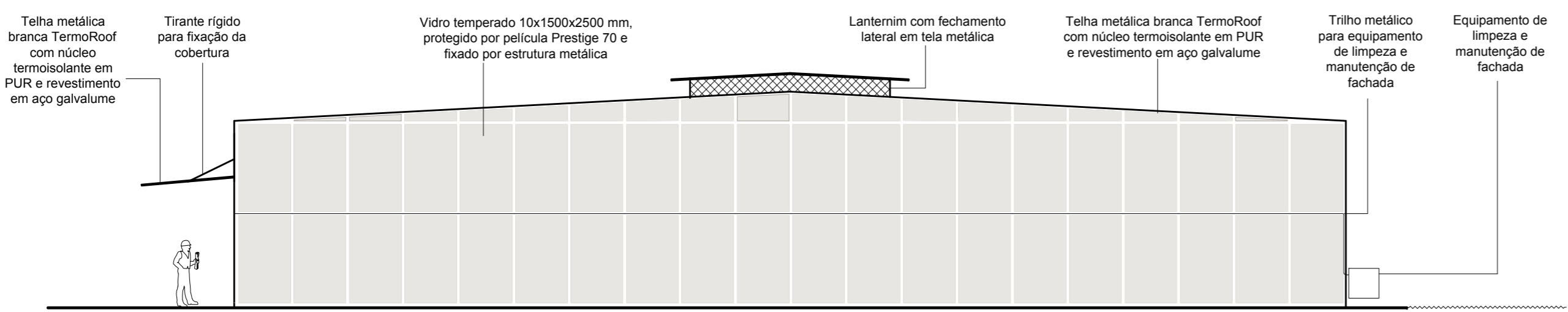
LEGENDA

- Parede de alvenaria:
- Paredes externas tem espessuras de 20 cm;
- Paredes internas tem espessuras de 15 cm.
- Vidro temperado 10 mm (sob medida 1,7x1,5 mm), liso, fixado por estrutura metálica.
- Divisória de PVC de 35 mm:
- As divisórias do escritório e da sala de projeto contêm vidro.
- Pilar em concreto armado de 20x20 cm.
- ⊕ Acionamento automático de abertura de porta.

EQUIPAMENTOS

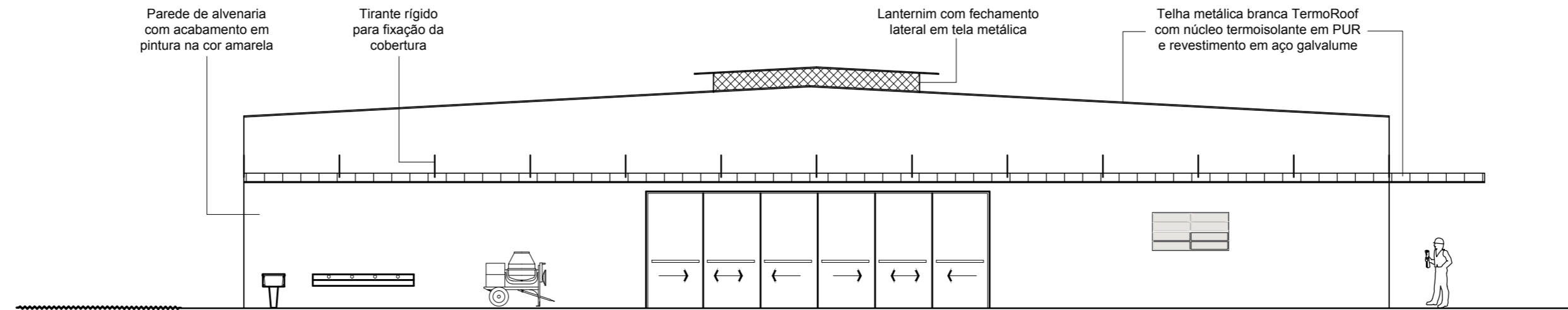
- BANCADA - dimensões mín: 1x3,5m, quantidade mín: 2
- MESA VIBRATÓRIA - dimensões mín: 1x2m, quantidade mín: 1
- TANQUE DE CURA - dimensões mín: 2x27m, quantidade mín: 1
- ⊕ TRITURADOR DE ENTULHOS - quantidade mín: 1
- ⊕ BETONEIRA - quantidade mín: 1

	Especificação	Tipo	Material	Dimensões	Quantidade
JANELA	J1	Basculante	Alumínio	2,0x1,0 mm	3
	J2	Basculante	Alumínio	2,0x0,5 mm	2
	J3	Basculante	Alumínio	4,0x2,0m	1
PORTA	P1	Correr	Alumínio	9,0x3,0m	1
	P2	Correr	Alumínio	4,5x3,0m	2
	P3	Correr	PVC com vidro	4,5x2,1m	2
	P4	Correr	Alumínio	1,5x3,0m	1
	P5	Abrir	PVC	1,0x2,1	3
	P6	Abrir	Alumínio	0,9x2,1	5
	P7	Abrir	Alumínio	0,7x2,1	7
	P8	Abrir	PVC com vidro	1,0x2,1	1



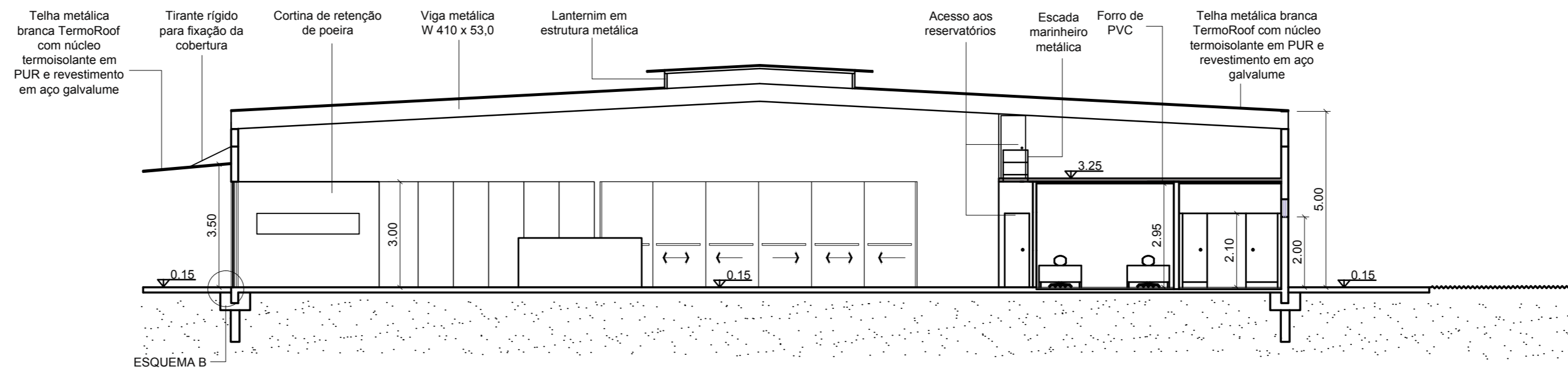
FACHADA SUL DO CANTEIRO EXPERIMENTAL
Escala 1:125

UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		Data	28/11/2016
Autora Bruna Fernanda Soares		Escala	Indicada
Etapa Estudo Preliminar		Folha	4/6
Prancha Planta e fachada sul do canteiro experimental para UFSC - Campus de Joinville			
Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso	Orientadora Andréa H. Pfützenreuter		



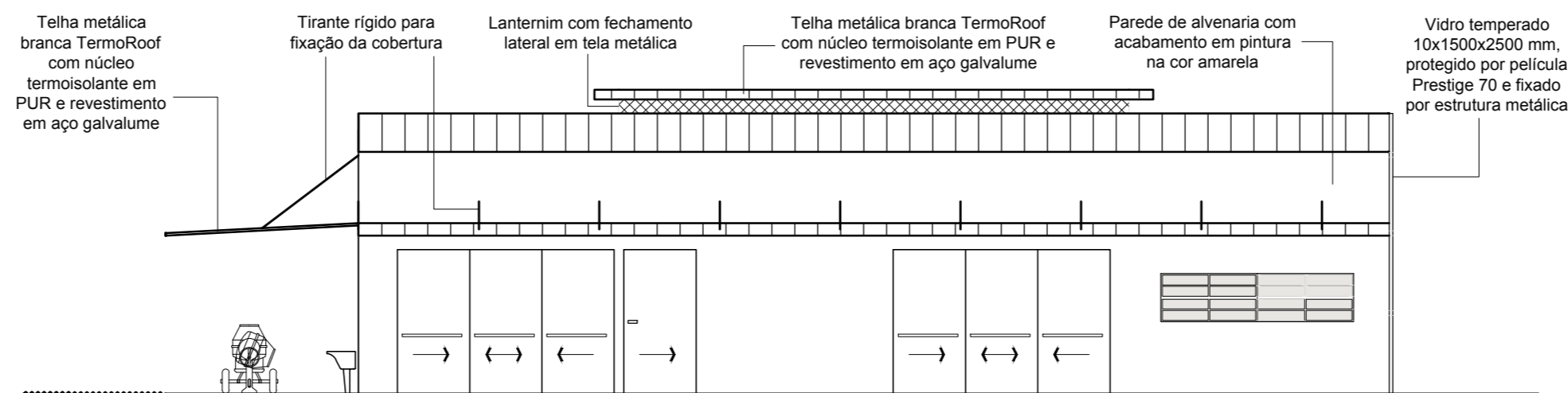
FACHADA NORTE DO CANTEIRO EXPERIMENTAL

Escala 1:125



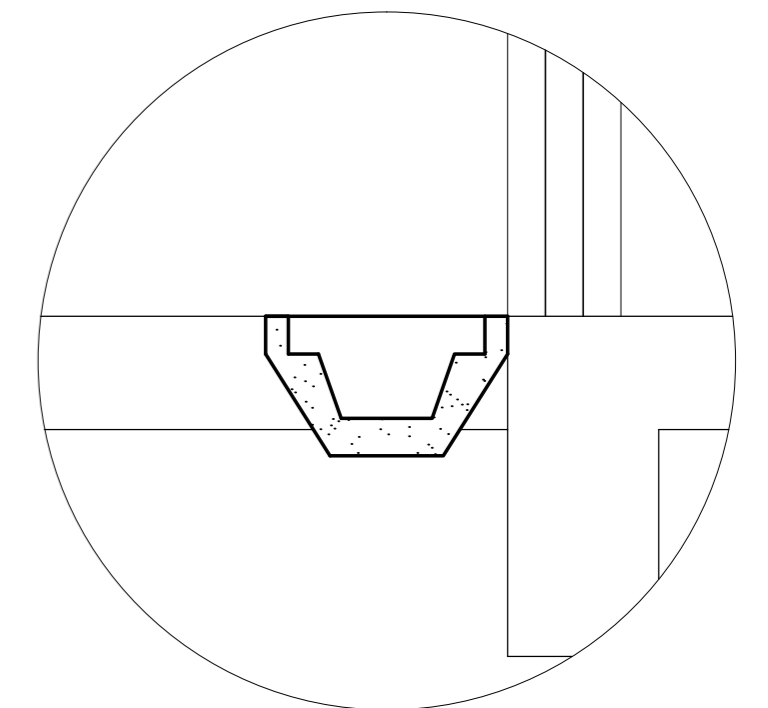
CORTE C

Escala 1:125



FACHADA OESTE DO CANTEIRO EXPERIMENTAL

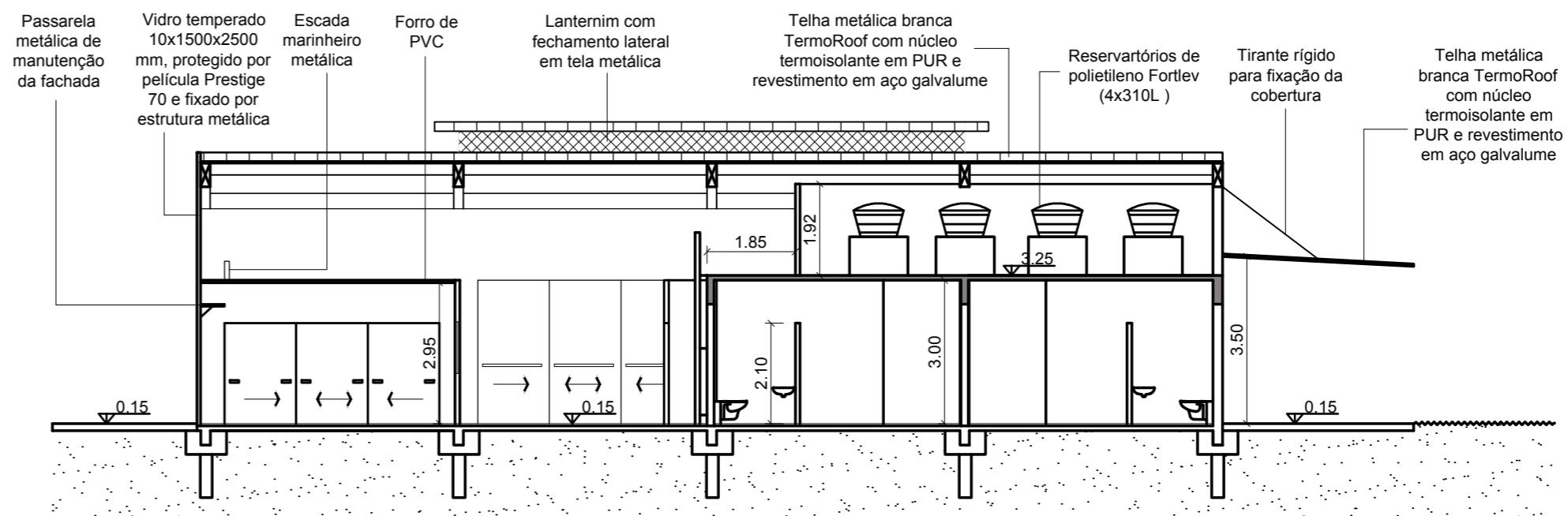
Escala 1:125



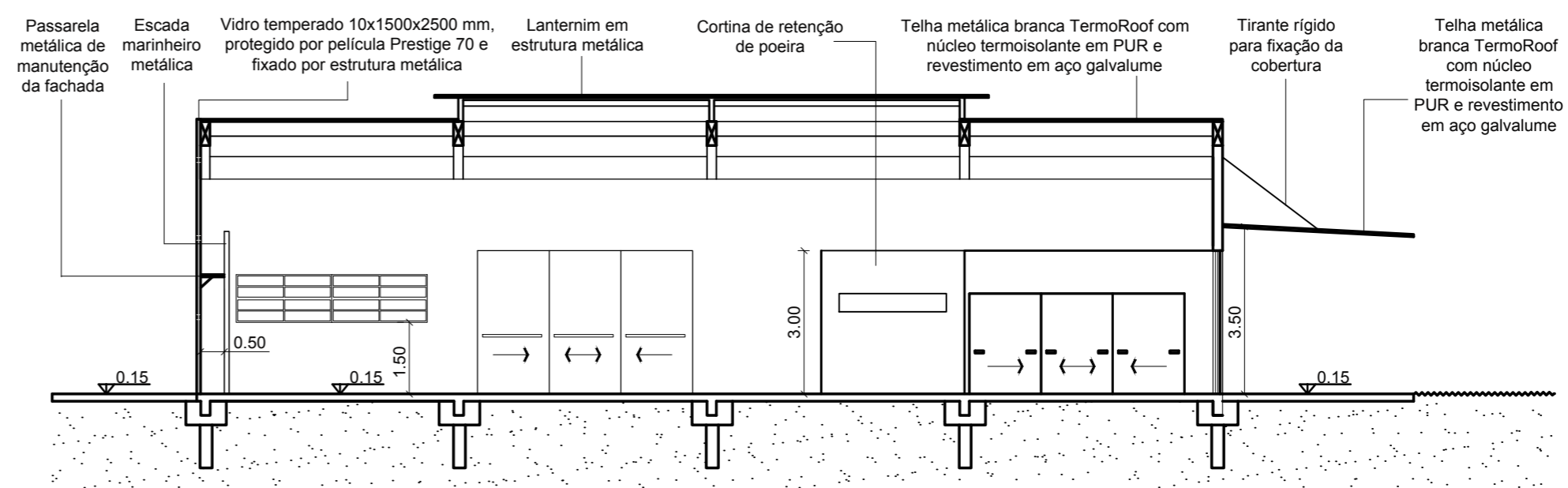
ESQUEMA B: drenagem nas portas de acesso ao edifício por meio de sistema de grelhas e canalhetas.

Escala 1:10

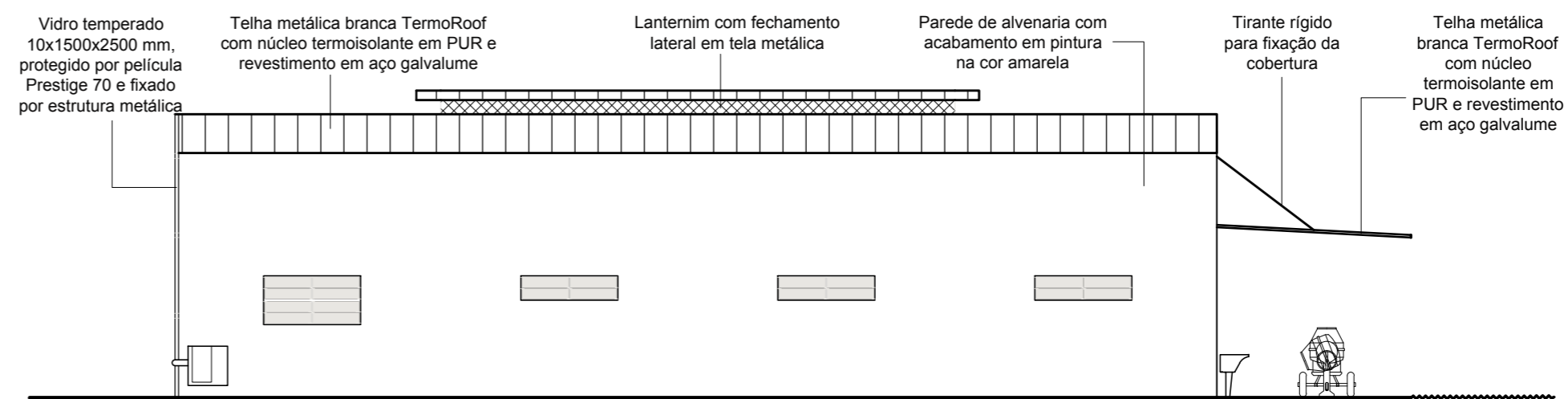
UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		Data	28/11/2016
Autora Bruna Fernanda Soares		Escala	Indicada
Etapa Estudo Preliminar			
Prancha Corte C e fachadas norte e oeste do canteiro experimental para UFSC - Campus de Joinville		Folha	5/6
Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso	Orientadora Andréa H. Pfützenreuter		



CORTE A
Escala 1:125



CORTE B
Escala 1:125



FACHADA LESTE DO CANTEIRO EXPERIMENTAL
Escala 1:125

UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		Data	28/11/2016
Autora Bruna Fernanda Soares		Escala	Indicada
Etapa Estudo Preliminar			
Prancha Corte A e B e fachada leste do canteiro experimental para UFSC - Campus de Joinville		Folha	6/6
Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso	Orientadora Andréa H. Pfützenreuter		

Como já apresentado, interno ao edifício estão a área de produção, almoxarifado, escritório, sala de projeto, banheiros e vestiários. Sob as áreas dos banheiros e vestiários estarão instalados os reservatórios, tornando possível a necessidade de pressurizadores nos chuveiros.

A implantação do canteiro experimental dentro do campus garante a proximidade dos laboratórios e prédios acadêmicos e o acesso direto pela via principal para facilitar o fluxo de materiais. Esse último aspecto também é considerado no interior do canteiro experimental, influenciando na locação das portas de acessos ao edifício, almoxarifado e baias de matérias.

Usufruiu-se de diferentes métodos construtivos para composição do projeto. A supra estrutura será composta por pilares, vigas e lajes em concreto armado, devidamente dimensionados e indicados no projeto estrutural. Um pré-dimensionamento, para início do estudo, permite pilares de 20x20 cm, vigas de 50 mm e lajes de 10 cm. A fachada sul é formada de vidro temperado de 10 mm de espessura de tamanho 1,5x2,5 m (sendo algumas peças sob medida), protegido por película Prestige 70 e fixado por estrutura metálica. Internamente, optou-se por divisórias de PVC que trazem flexibilidade e vidro para garantir continuidade e visibilidade entre os ambientes. Nos ambientes formadores por divisórias, o forro será de PVC.

A estrutura da cobertura será executada em forma de pórtico simples com viga metálica tipo "W". Um pré-dimensionamento também sugere o perfil laminado W 410 x 53,0 com base nos dados iniciais de projeto (D'ALAMBERT, 2012). As telhas serão TermoRoof, de aço galvanizado, brancas, com núcleo termoisolante de poliuretano (PUR) com espessura de 0,50 mm (DÂNICAZIPCO, 2016) e inclinação de 5%. As calhas em aço galvanizado e condutores pluviais em PVC devem seguir o projeto específico.

Devido ao pé direito de quase 6 metros no vão central e decrescente para as laterais, preocupar-se com a manutenção dos pontos mais altos da edificação que podem interferir no bom funcionamento do canteiro. Para a fachada de vidro será preciso dois dispositivos: no lado externo, propõe-se a implantação de um suporte móvel que andarà sobre trilho metálico a 2,5 m do chão, já na parte interna, de forma mais simples, haverá uma passarela fixa a mesma altura. O acesso a área dos reservatórios para manutenção e limpeza deverá ser feita também por uma escada marinho fixa em local próprio e específico.

Optou-se por estabelecer o mesmo nível do piso externo e interno do canteiro, garantindo uma continuidade entre os espaços e facilitando a movimentação de materiais. Como resultado, as portas externas da edificação deverão contar com um sistema de drenagem do tipo grelha e canaletas, como indicado na prancha 5/6.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo preliminar apresentado é a primeira etapa de um longo processo criativo até a implantação de um canteiro experimental. No decorrer desse estudo várias ideias surgiram e foram descartadas, algumas dessas ficaram apenas na indagação, outras foram aplicadas e, depois, verificou-se que não eram as melhores opções. Assim foi até o final dessa etapa e, certamente, a continuidade para um anteprojeto, vários pontos seriam revistos. Conclui-se, portanto, que o projeto acaba se tornando um processo interativo, melhorando gradativamente no decorrer do tempo e só termina no momento do dever da entrega.

Nesse momento será possível aplicar os critérios de avaliação da certificação AQUA-HQE para canteiros de obras e verificar o grau de impacto ambiental do presente estudo preliminar. A partir do Quadro 5 são listados quinze critérios pertencentes a essa certificação e os que foram compreendidos pela proposta do canteiro experimental são: gerenciamento de resíduos; minimização da geração de resíduos; reciclagem de resíduos; organização do armazenamento de resíduos; redução de poluição dos cursos d'água, das redes de infraestrutura, do ar e do solo; redução do consumo de recursos; preservação do ecossistema local; minimização da poluição sonora e visual; limitação de riscos sanitários e planejamento e organização do canteiro. Sendo assim, são dez os critérios que puderam ser verificados, um número satisfatório, sendo que os demais estão a frente do projeto, envolvendo a forma de uso e o gerenciamento das atividades realizadas no canteiro experimental. Essa é uma questão importante, pois qualquer medida sustentável aqui proposta só será efetivada realmente com a dedicação de quem irá executá-la, caso contrário, não se terá o resultado esperado.

Quanto a verificação da proposta do canteiro experimental como um espaço didático para construção de conhecimentos, assume-se como referência as recomendações de Ronconi (2005) e Pisani et al. (2007) apresentadas no início da seção 4. Entre as que condizem com o projeto estão: pé direito com cerca de 6 m; proximidade de prédios acadêmicos e outros laboratórios; implantação adequada

para o fluxo de materiais; versatilidade dos equipamentos e espaço adequado para atender os estudantes. Por conseguinte, tem-se que o projeto condiz com o esperado, sem que, novamente, possa ser verificado os critérios que estão além do alcance do projetista. Desse modo, é preciso entender que o conceito do canteiro experimental está além do projeto, mas também envolve seu uso e a forma em que são administradas suas ferramentas. O canteiro experimental é um diferencial na vida acadêmica do estudante, e dele devem ser viabilizadas toda a experiência permitida.

Sugere-se para os trabalhos futuros a continuação desse projeto, adequando-o conforme as necessidades surgirem, e complementando-o através da definição de outros sistemas, como elétrico, hidráulico e de esgoto sanitário. É relevante também a quantificação dos custos envolvidos na implantação do canteiro experimental e a renda fixa necessária para mantê-lo funcionando na UFSC - Campus de Joinville, podendo a proposta ser justificada por meio de um comparativo custo x benefício.

REFERÊNCIAS

ALVES, Manoel Rodrigues. **Manual de ambientes didáticos para graduação**. São Carlos: Suprema, 2011. Colaboração: Karin Maria S. Chvtal e Paulo César Castral.

ALVES, André Luis Lins. **Organização do canteiro de obras**: um estudo aplicativo na Construção do Centro de Convenções de João Pessoa – PB. 2012. 56 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. 2012.

ARAÚJO, Viviane Miranda. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras**. 2009. 228 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12284/1991**: Área de Vivência em Canteiro de Obras. Brasil, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050/2004**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Brasil, 2004.

BARONE, Rosa Elisa Mirra. **Canteiro-escola**: Trabalho e educação na construção civil. São Paulo: EDUC, 1999.

BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves. **Manual técnico**: Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras. Brasília: SEBRAE/DF, 2007.

BOSQUE, Camille. **FabLab Barcelona**: de l'école à la smart city. 2013. Disponível em: <<http://strabic.fr/FabLab-Barcelona-de-l-ecole-a-la-smart-city>>. Acesso em: 13 set. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 307/2002**: Resíduos da Construção Civil. 2002a. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

_____. **Lei nº12.506/2010**: Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 08 jun. de 2016.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES nº1.362, de 12 de dezembro de 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

_____. Ministério do Trabalho. **NR 18**: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>>. Acesso em: 08 maio 2016a.

_____. Ministério do Trabalho. **NR 10**: Segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

_____. Ministério das Cidades. **O PBQP-H**. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php>. Acesso em: 08 jun. 2016c.

_____. Ministério da Educação. Comissão de Especialistas de Ensino de Arquitetura e Urbanismo. **Perfis da Área e Padrões de Qualidade**: Expansão, Reconhecimento e Verificação Periódica dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo. Brasília: Ministério da Educação, 2002b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/ar_geral.pdf>. Acesso em: 10 set. 2016.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Our common future**: The World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University, 1987.

CARRARA, Henrique Bragato. **O Canteiro Experimental e o Ensino**. 2010. 38 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo,

Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, SP. 2010.

D'ALAMBERT, Flávio. **Galpões em pórticos com perfis estruturais laminados**. 5. ed. S.l.: Gerdeu, 2012.

DÂNICAZIPCO. **Painéis e coberturas termoisolantes**. Disponível em: <<http://www.danicacorporation.com/sfDanica2/web/uploads/catalogo/8dc430474b8ce35bdbf037bb2399d8e0.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2016.

DIVIK, Jeans. **Arriving at FabLab Barcelona**. 2011. Disponível em: <http://www.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/EcoHomes_2006_Guidance_v1.2_-_April_2006.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016

ECOHOMES. **EcoHomes 2006** – The environmental rating for homes. The Guidance – 2006 / Issue 1.2. Watford, UK, 2006. Disponível em: <http://www.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/EcoHomes_2006_Guidance_v1.2_-_April_2006.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2016

EDWARDS, Brian. **O guia básico para a sustentabilidade**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2008

FAB LAB BARCELONA. **About us**: Fab Lab Barcelona. 2015. Disponível em: <http://fablabbcn.org/about_us.html>. Acesso em: 13 set. 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GINESI, Camilla. **Saiba como funcionam os laboratórios de inovação – fab labs – espalhados pelo Brasil**. E como você pode usá-los. 2015. Disponível em: <<http://projetodraft.com/saiba-como-funcionam-os-laboratorios-de-inovacao-fab-labs-espalhados-pelo-brasil-e-como-voce-pode-usa-los/>>. Acesso em: 13 set. 2016.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81, 2006.

GOODLAND, Robert. The Concept of Environmental Sustainability. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 26, p. 1-24, 1995.

Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV). **Referencial técnico de certificação “Edifícios habitacionais – Processo AQUA”**. São Paulo, versão 2, 2013. 122 p. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/download/RT_Edificios_habitacionais_v2_2013.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2016

_____. **Certificação AQUA-HQE**. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em: 07 jun. 2016

Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV); CERWAY. **Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício – Edifícios Não Residenciais**. 2014. 144 p. Disponível em: <http://vanzolini.org.br/download/RT_AQUA-HQE-Edificios_ao-residenciais.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2016

Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville (IPPUJ). **Joinville Cidade em Dados 2015**. Prefeitura Municipal de Joinville: Joinville, 2015. Disponível em: <<https://ippuj.joinville.sc.gov.br/arquivo/lista/codigo/672-Joinville%2BCidade%2Bem%2BDados%2B2015.html>>. Acesso em: 29 out. 2016

_____. **Cobertura pedológica**. Prefeitura Municipal de Joinville: Joinville, 2016. Disponível em: <<https://ippuj.joinville.sc.gov.br/arquivo/lista/codigo/951-Mapas%2BTematicos%2Bde%2BJoinville.html>>. Acesso em: 23 out. 2016

GONZALEZ, Edinaldo Favareto. **Aplicando 5S na construção civil**. 2. ed. rev. Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.

GRIGOLI, Ademir Scobin. Entulho de obra - Reciclagem e consumo na própria obra que o gerou. In: ENTAC - 2000, Modernidade e Sustentabilidade, VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído. **Anais**. Salvador, Bahia: abril 2000.

JAGGER, Michelle. Certificações e selos verdes. In: XIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUC-RIO, 2011, Rio de Janeiro. **Relatório anual**. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: <http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2011/Relatorios/CTCH/DAD/DAD-Michelle Jagger.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2016.

JOINVILLE. **Lei nº 5159/2005**: Sistema para a gestão sustentável de resíduos da construção e resíduos volumosos. Joinville, 2005. Disponível em: <<http://cm-joinville.jusbrasil.com.br/legislacao/500155/lei-5159-05>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

_____. **Lei complementar nº 312/2010**: Lei de Uso e Ocupação do Solo. Joinville, 2010. Disponível em: < <https://ippuj.joinville.sc.gov.br/arquivo/lista/codigo/13-Uso%2Be%2BOcupa%C3%A7%C3%A3o%2Bdo%2BSolo.html>>. Acesso em: 29 out. 2016.

LITTLEFIELD, David. **Manual do arquiteto**: planejamento, dimensionamento e projeto. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

LIMA, Rosimeire Suzuki; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. CREA-PR: 2012.

LOTUFO, Thomaz Amaral. **Um novo ensino para prática**. Rural Studio e Canteiro Experimental: contribuições para o ensino de arquitetura no Brasil. 2014. 158p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2014.

MAKERTOUR. **Fab Lab Barcelona**. 2016. Disponível em: <http://www.makertour.fr/fiche_identite/fab-lab-barcelona/>. Acesso em: 13 set. 2016.

MINTO, Fernando Cesar Negrini. **A experimentação prática construtiva na formação do arquiteto**. 2009. 223 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2009.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

NEUBURGER, Solange. **Uma proposta de um canteiro experimental sustentável para o Centro de Engenharias da Mobilidade – UFSC**. 2015. 74 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Infraestrutura, Centro de Engenharias da Mobilidade, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Joinville, SC. 2015.

NEUFERT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura**. 5. ed. São Paulo: Gustavo Gili do Brasil, 1976. Tradução da 21. ed. alemã.

ODEBRECHT, Silvia. **Projeto Arquitetônico**: Conteúdos técnicos básicos. Blumenau: Edifurb, 2006.

OLIVEIRA, Jorge Antônio da Cunha. **Proposta de avaliação e classificação da sustentabilidade ambiental de canteiros de obras**. Metodologia Eco Obra aplicada ao Distrito Federal – DF. 2011. 286 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2011.

OLIVEIRA, Rodrigo Nogueira de. **Certificação ambiental na construção civil - LEED**. 2009. 99 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2009.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCON-SP**. São Paulo: Obra Limpa: I&T: SindusCon-SP, 2005.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLEZ, Juan Luís Rodrigo. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Como implantar um Sistema de Manejo e Gestão dos Resíduos da Construção Civil nos Municípios. Brasília: Caixa Econômica Federal; Ministério das Cidades, Ministério do Meio Ambiente, 2005.

PISANI, Maria Augusta Jus et al. Canteiro experimental: prática ou invenção? In: FÓRUM DE PESQUISA FAU/MACKENZIE, 3. **Anais...** 2007. Disponível em: <http://www.mackenzie.com.br/fileadmin/Graduacao/FAU/Publicacoes/PDF_IIIForum_a/MACK_III_FORUM_MARIA_AUGUSTA_2.pdf>. Acesso em: 23 set. 2016.

PORTO, Marcio. **O processo de projeto e a sustentabilidade na produção da arquitetura**. São Paulo: C4, 2009.

ROEDER, Kiki. **UT Architecture and Design Opens Studio and Lab in Downtown Knoxville**. 2014. Disponível em: <<http://archdesign.utk.edu/ut-architecture-and-design-to-open-studio-and-lab-in-downtown-knoxville/>>. Acesso em: 26 set. 2016.

RONCONI, Reginaldo Luiz Nunes. Canteiro experimental – uma proposta pedagógica para a formação do arquiteto e urbanista. **Pós -Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**. São Paulo, v. 17, p. 142-158, 2005.

_____. **Inserção do canteiro experimental nas faculdades de arquitetura e urbanismo**. 2002. 316 p. Tese (Doutorado) –Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2002.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. Construção civil e a degradação ambiental. **Revista Desenvolvimento em Questão**. Ijuí, v. 7, n. 13, p. 111-128, 2009.

SANTA CATARINA. **Lei nº 13.557**: Política Estadual de Resíduos Sólidos. Florianópolis, 2005. Disponível em: <http://www.carvaomineral.com.br/abcm/meioambiente/legislacoes/bd_carboniferas/residuo/lei_estadual_13557-2005.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2016.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. Recomendações Técnicas HABITARE, v.3. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SILVA, Vanessa Gomes da. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios**: estado atual e discussão metodológica. Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep 2386/04, São Paulo, 2007.

SZOMOROVSKY, Mateus. **Proposta de design de serviços para um sistema de condicionamento e coleta de resíduos da construção civil em pequenas obras**. 2015. 103 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE, Joinville. 2015.

THE UNIVERSITY OF TENNESSEE KNOXVILLE. **Welcome to the UT Fab Lab**. Disponível em: <<http://archdesign.utk.edu/students/technology-resources/fablab/>>. Acesso em: 17 set. 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Campus de Joinville. **Projeto Pedagógico do Curso (PPC)**: Engenharia Civil de Infraestrutura - Grade 2016-1. Joinville, 2016. Disponível em: <http://infraestrutura.joinville.ufsc.br/files/2016/06/PPC_ENG_CIVIL_INFRA-2016_1.pdf>. Acesso em: 29 out. 2016.

VALENTE, Josie Pingret. **Certificações na construção civil**: comparativo entre LEED e HGE. 2009. 65 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.

VALOTTO, Daniel Vitorelli. **Busca de informação**: gerenciamento de resíduos da construção civil em canteiro de obras. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Estadual de Londrina, 2007.

VENTURINI, Jamila. Classificação de resíduos. **Equipe de obra**. n. 37, 2011. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/artigo220705-1.aspx>>. Acesso em: 27 jul. 2016.