

UNIVERSIDADE FEEVALE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

**PATRICK WALTER KOTTWITZ**

**CENTRO DE TRIAGEM DE RESÍDUOS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Novo Hamburgo

2018

**PATRICK WALTER KOTTWITZ**

**CENTRO DE TRIAGEM DE RESÍDUOS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Feevale.

Professores: Alexandra Staudt Follmann Baldauf, Carlos Henrique Goldman

Orientador: Juliana Tassinari Cruz

Novo Hamburgo

2018

“O caos é uma ordem por decifrar”.  
(Saramago, Jose)

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	JUSTIFICATIVA	6
1.2	QUESTÕES DE PESQUISA	7
1.3	OBJETIVOS	7
2	TEMA	8
2.1	CENTRO DE TRIAGEM	8
2.1.1	Definindo Lixo e Resíduo	9
2.1.2	Resíduos no Meio Ambiente	10
2.1.3	Reciclagem e Reaproveitamento	12
2.1.4	Centro de Triagem	13
2.2	EDUCAÇÃO AMBIENTAL	19
2.3	ARQUITETURA SUSTENTÁVEL	21
3	MÉTODO DE PESQUISA	27
3.1	ESTUDO DE CASO	27
3.2	ENTREVISTAS	32
3.2.1	GIGA – Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental FEEVALE	32
4	ÁREA DE INTERVENÇÃO	33
4.1	MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE PAULA	33
4.2	ÁREA DE INTERVENÇÃO E JUSTIFICATIVA	35
4.2.1	Fatores Climáticos	39
4.2.3	Marcos e Pontos Nodais	41
4.2.4	Fluxo Viário	42
4.2.5	Levantamento Planialtimétrico	43

4.3 PLANO DIRETOR	43
5 PROJETO PRETENDIDO	46
5.1 PROJETOS REFERENCIAIS ANÁLOGOS	46
5.1.1 Centro de reciclagem Smestad	46
5.1.2 Centro de reciclagem Milieustraat	51
5.1.3 Centro de reciclagem Sydhavns	55
5.2 PROJETOS REFERENCIAIS FORMAIS	59
5.2.1 Celeiro Barn 2.0	59
5.2.2 Centro Tecnológico Polonês Trumpf	62
5.3 CONCEITUAÇÃO	66
5.4 TAMANHO E PORTE DO PROJETO	66
5.5 PROGRAMA DE NECESSIDADES E PRÉ-DIMENSIONAMENTO	66
5.6 NORMAS TÉCNICAS	68
5.6.1 Código de Obras	68
5.6.2 NBR 9077	68
5.6.3 NBR 9050/2015 Acessibilidade	69
5.6.4 CONAMA Resolução nº 307/2002	71
5.6.5 DAER Resolução nº 4.137/2001	71
5.7 MATERIAIS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	72
5.7.1 Painel fotovoltaico	72
5.7.2 Telhado verde	72
5.7.3 Captação de água pluvial	73
5.7.4 Tratamento de esgoto sanitário (Ercole – SMSA)	74
5.8 HIPÓTESE DE PARTIDO	75
CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICES	80

## 1 INTRODUÇÃO

A presente Pesquisa do Trabalho Final de Graduação, do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Feevale, tem como objetivo analisar os aspectos importantes e fundamentar o projeto de um Centro de Triagem e Centro de Educação Ambiental na cidade de São Francisco de Paula no Rio Grande do Sul.

O Centro de Triagem é ferramenta fundamental para o reaproveitamento de resíduos descartados, os trazendo de volta para o ciclo de produção, como afirma Calderoni (2003). Representa participação ativa em uma sociedade que busca pela sustentabilidade e que tem pleno conhecimento que a matéria prima está chegando em seu limite de extração.

A presente Pesquisa de Trabalho Final de Graduação (PTFG), busca compreender e atender de forma eficaz e responsável, as necessidades para a realização da coleta, triagem e estocagem de um centro de coleta seletiva.

Através de pesquisa de campo e revisão bibliográfica, além de análise de projetos, referenciais análogos, formais e sustentáveis, o trabalho busca compreender as necessidades para a viabilização deste projeto, e a partir dessas informações, propor um programa de necessidades, pré-dimensionamento e técnicas construtivas responsáveis com o meio ambiente. Também fazem parte desta pesquisa as análises do terreno, assim como a legislação vigente para a viabilização do Centro de Triagem.

Todas as informações coletadas serão utilizadas para o desenvolvimento do projeto arquitetônico do Centro de Triagem de São Francisco de Paula, na disciplina do Trabalho Final de Graduação.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Através do relatório da Nações Unidas, intitulado Nosso Futuro Comum (*Our Common Future*), que propõem o conceito de “desenvolvimento sustentável” como diretriz principal de uma política econômica global, com a finalidade de atender as nossas necessidades atuais sem comprometer as futuras, deixa em voga a importância de dirigir ativamente nesse desenvolvimento de responsabilidade ambiental.

Rogers (2001), traz os dados de que nos próximos trinta anos, a estimativa é de que o número de habitantes nas cidades dos países em desenvolvimento, deverá

chegar a 2 bilhões de pessoas. E junto desse crescimento populacional, a urbanização deverá causar um crescimento exponencial no volume dos recursos consumidos e da poluição gerada.

Por meio da disciplina de Projeto Arquitetônico VII, se teve acesso a um local de triagem mantido por um morador de área irregular em São Francisco de Paula. Em conversa com este catador, tomou-se conhecimento das dificuldades e possibilidades que o tema abrangia, e como pessoas em áreas de fragilidade social conseguem apesar das barreiras e dificuldades, ter iniciativa de buscar conhecimento, tornando-se responsáveis pelas mudanças ecológicas e ambientais por toda a sociedade.

Em contrapartida a esses dados, como parte socialmente responsável, a escolha desse tema para Trabalho Final de Graduação, de desenvolver um Centro de Triagem para a cidade de São Francisco de Paula, torna-se importante.

Agregando ao tema de sustentabilidade, a instalação de um espaço de Educação Ambiental, faz-se necessário, para suprir a necessidade de ter um local para contra turno escolar, para cuidar e desenvolver da educação das crianças que fazem parte da comunidade.

Utilizando técnicas e sistemas mais sustentáveis, a elaboração do projeto do centro de triagem sustentável, irá valer-se de geração de energia, diminuição do impacto ambiental na construção, reaproveitamento de água, tratamento de resíduos e educação ambiental.

## 1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

A questão de pesquisa do presente trabalho é: “Como projetar um Centro de Triagem, vinculado a um centro de educação contra turno, utilizando sistemas sustentáveis? ”

## 1.3 OBJETIVOS

A presente pesquisa tem por objetivo principal explorar e analisar o tema proposto, bem como buscar referências análogas, formais e demais informações pertinentes, viabilizando qualitativamente o embasamento do projeto arquitetônico do Centro de Triagem e Centro de Educação Ambiental, a ser elaborado na disciplina do Trabalho Final de Graduação.

## 2 TEMA

O tema abordado nesta pesquisa é um Centro de Triagem com aulas de Educação Ambiental no contra turno, no município de São Francisco de Paula / RS. Para elucidar a abordagem do tema, neste capítulo será apresentado o embasamento teórico sobre a qualificação do lixo/resíduo, qual o seu impacto no meio ambiente, o funcionamento de um centro/usina de triagem, a importância da educação ambiental e estratégias de arquitetura responsáveis, que buscam minimizar o impacto ambiental e ainda, recompensar o meio ambiente pelas alterações causadas provenientes da intervenção do projeto na natureza.

### 2.1 CENTRO DE TRIAGEM

Em uma análise de Grippi (2001), o lixo deve ser considerado como matéria-prima fora do lugar. Em paralelo, seu raciocínio afirma que a forma com que a sociedade trata seus resíduos, está diretamente ligado com a forma que trata os idosos, as crianças carentes, os doentes mentais, isso condiz com o grau de civilidade da sociedade. Então, para o autor, o tratamento do lixo doméstico, vai além de questões tecnológicas, antes de tudo é uma questão cultural.

Quando se toma consciência, que os recursos são finitos, e toma-se responsabilidade pelo resíduo gerado, percebe-se o problema e buscam-se formas para solucionar esse problema.

Indo além, percebe-se o valor, não apenas social, que o lixo produzido pode gerar. Essa abordagem se faz necessária quando estamos em um sistema em que o lucro e o desperdício são colocados à frente de percepções sustentáveis e do meio ambiente (ROGERS, 2001).

No Japão, o lixo da cidade de Tóquio chega a um valor estimado de 20 milhões de toneladas por ano, lixo que já saturou toda a baía de Tóquio, como afirma Rogers (2001).

A partir desta informação, pode-se considerar a reciclagem como um bem público, como pensa Calderoni (2003), já que afeta diretamente a um meio ambiente, amplamente prejudicado, a tornar-se mais saudável. Todos são beneficiados com o reaproveitamento, mesmo os que não contribuem com esse ciclo.

### 2.1.1 Definindo Lixo e Resíduo

A semântica na nomenclatura da palavra Lixo, já traz um peso negativo para um produto que talvez seja passível de reciclagem. O significado atribuído a lixo é pejorativo, algo que perdeu seu valor, cumpriu seu uso e já não nos serve mais.

Calderoni (2003) tem a percepção, de que o termo resíduo é considerado como sinônimo de lixo, que por sua vez, é considerado todo material inútil. Designa material descartado que se “joga fora”. Posto em um local público para que este deixe de ser responsabilidade do indivíduo. É algo inútil e que sua existência é tida como nociva, não mais necessária.

O Resíduo, por outro lado, indica algo que restou de alguma matéria que se transformou em produto. Uma embalagem plástica de algum brinquedo é um resíduo, matéria que sobrou de um produto. O mesmo vale para caixas de papel que embalam alimentos, sapatos, televisores, etc. Como afirma Calderoni (2003), “Resíduo” é palavra adotada muitas vezes para significar sobra no processo produtivo, geralmente industrial. É usada também como equivalente a “refugo” ou “rejeito”.

O conceito de lixo e de resíduo pode variar conforme a época e o lugar. Depende de fatores jurídicos, econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos, como informa Calderoni (2003).

Quando se trabalha com o sistema de reciclagem, aceita-se o significado de reuso, trazer de volta ao ciclo. Quebra o sistema de que as matérias são extraídas, transformadas e descartadas.

De acordo com a Resolução nº 348/2004 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), os resíduos são divididos em dois grupos, seco e úmido. O Resíduo seco é composto de materiais potencialmente recicláveis, como papel, vidro, metal, plástico, etc. O resíduo úmido corresponde a parte orgânica dos resíduos, sobras de alimentos, restos de podas, materiais orgânicos, que podem ser usados para compostagem.

Já a NBR/ABNT 10.004 (2004) classifica os resíduos em categoriais. Classe I, que são perigosos. Classe IIA, não perigosos e não inertes, como restos de alimentos e papel. Classe IIB, não perigosos e inertes, como plásticos e borrachas.

Ainda é possível classificar os resíduos de acordo com sua origem. Domiciliar, proveniente das residenciais. Comercial, originário de estabelecimentos comerciais, lojas, restaurantes, etc. Público, originados do serviço de limpeza urbana. Hospitalar,

provenientes de serviços de saúde, possui material biológico e radioativo e deve ser descartado de forma especial. Industrial, resíduos provenientes de processos da indústria, sendo em sua maioria tóxico. Agrícola, embalagens de agrotóxicos, rações, adubos, etc. E entulho, proveniente de resíduos da construção civil.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), determina que os resíduos sólidos são compostos por metais (aço e alumínio), papel, papelão, tetrapak, plásticos e vidro. Ainda há os rejeitos, resíduos não recicláveis compostos principalmente de resíduos de banheiros (fraldas, absorventes, cotonetes...).

Outra parte de resíduos importante são os resíduos orgânicos, que consistem em restos de alimentos e resíduos de jardim (folhas seca, podas...). A separação entre os resíduos secos e orgânicos é fundamental para possibilitar a reciclagem dos resíduos secos e compostagem de resíduos orgânicos, como informa o MMA.

### **2.1.2 Resíduos no Meio Ambiente**

Tem-se dois fatores que estão diretamente ligados. O consumo de matéria prima, que é finito, e a geração de resíduo que o consumo gera. Esses resíduos também ocupam um espaço físico limitado, que desqualifica o local onde é descartado, além de impactos ambientais colaterais.

Rogers (2001) traz o dado de que as cidades consomem três quartos de toda a energia do mundo e causam pelo menos três quartos da poluição global.

Ao verificar dados históricos, Grippi (2001) relata que a situação atual nunca foi tão grave. Pois nossas reservas estão diminuindo e em paralelo, a população mundial está em pleno crescimento. Logo a pressão que a humanidade exerce sobre a Terra é cada vez maior, causando desequilíbrio nos ecossistemas, chegando a afetar a biodiversidade das espécies. Quando há falta de avaliação de impactos ambientais contribuídos pela instalação de aterros sanitários, o problema é agravado.

Ainda sobre o descarte de resíduos, o agravante vem com a diferença entre os resíduos produzindo hoje em dia, e o produzido quarenta anos atrás. Há diferença na quantidade, qualidade, volume e composição, que se deve ao crescimento acelerado das cidades e ao mesmo tempo na mudança da forma de consumo, como analisa Grippi (2001).

Considerando o aumento populacional e a industrialização, a geração de resíduo também sofre acréscimo, mesmo em cidades que orbitam as capitais. Como

afirma Grippi (2001), que em municípios pequenos, que participam das grandes regiões metropolitanas, acabam vivendo os mesmos problemas das capitais. Já que a industrialização traz consigo materiais a serem descartados, assim como o aumento de consumo atrelado pelo crescimento populacional gera cada vez mais resíduo a ser descartado.

Rogers (2001) afirma, que o desafio enfrentado é mudar de um sistema que explora o desenvolvimento tecnológico por puro lucro, para um outro que tem objetivo de tornar as cidades sustentáveis.

Enquanto, Grippi (2001) complementa que haverá muitas novidades com relação ao gerenciamento ambiental, principalmente com os resíduos, pois os espaços físicos estão ficando cada vez mais escassos para a sua disposição final.

Em uma análise, também histórica, Rogers (2001) busca no passado lições de fracassos da civilização, para aprendermos e não repetirmos erros graves. A sobrevivência da sociedade sempre dependeu do equilíbrio entre recursos naturais e meio ambiente. Quando houve descaso com este princípio, as consequências foram desastrosas e fatais para antigas civilizações. A sociedade de hoje se enquadra da mesma forma nas leis de controle e sobrevivência, com a diferença de ser a primeira vez que se constrói uma sociedade globalizada, portanto, enfrenta-se simultaneamente a expansão da população a nível mundial, a destruição dos recursos naturais e do meio ambiente.

Fica clara a importância do remanejamento, reuso, e consumo mais consciente para ter um futuro sustentável. A preservação do meio ambiente abrange diversas frentes, sustentabilidade, diminuição de extração, a forma como nos relacionamos com o lixo e como isso afeta o meio ambiente em diversas camadas.

Em suma o objetivo final do desenvolvimento econômico sustentável é deixar para as futuras gerações uma reserva de capital natural igual ou maior que a nossa própria herança. (ROGERS, 2001)

Calderoni (2001) e Rogers (2001) concordam, que a reciclagem é fundamental para a sociedade continuar em desenvolvimento, sem acabar com os recursos naturais que são limitados.

### 2.1.3 Reciclagem e Reaproveitamento

A reciclagem é o resultado de uma série de esforços, nos quais as matérias descartadas são redirecionadas, coletadas, separadas e processadas para ganharem nova utilidade e serem empregadas como matéria-prima na produção de novos bens, que anteriormente só eram feitos através de extração de matéria-prima virgem, de acordo com Grippi (2001).

Rogers (2001) afirma que em uma sociedade sustentável, o sistema de reciclagem é peça fundamental, citando o argumento de Herbert Girardet, estudioso de ecologia urbana, o qual se refere que a solução está na busca de um metabolismo circular nas cidades. Onde o consumo é reduzido pelo emprego de sistemas eficientes e a reutilização de recursos é potencializada. Reciclando materiais, reduzindo o lixo, conservando recursos não-renováveis e insistindo no consumo dos renováveis.

Rogers (2001), ainda faz uma análise de como as cidades desenvolvidas vem tratando o tema, onde o lixo industrial está praticamente desaparecendo. Além da disponibilidade de produtos ecologicamente corretos, com sistemas de geração de energia, transporte público virtualmente limpos e sistemas avançados de tratamento de esgoto e do lixo, fazendo com que o modelo de cidade densa não precise ser visto como um risco a saúde.

A reciclagem é fundamental para manter a produção e consumo, sem que as matérias-primas sejam esgotadas e acabe colapsando a estrutura da sociedade. O resíduo já não é mais visto como algo a descartar, pois seria como jogar dinheiro fora. Calderoni (2003) afirma que o preço é negativo porque há sempre um custo de disposição final. Trata-se de uma externalidade negativa. A reciclagem vem a ser uma alternativa para tornar positivo esse preço negativo ao transformar o lixo em insumo produtivo.

A consciência de reciclagem já está avançada em países desenvolvidos. Como exemplo, o governo alemão tomou a iniciativa de responsabilizar as indústrias pelo alto consumo de embalagens, que geram ainda mais resíduos e desperdício de matéria prima pela baixa racionalização de como nossos recursos estão sendo utilizados.

Rogers (2001) explica o funcionamento da ferramenta utilizada, onde o governo alemão através da Lei de Circulação de Materiais, tornou os fabricantes responsáveis pelo destino dos resíduos gerados pelos produtos por eles fabricados. Onde

usualmente seria um problema do consumidor e do poder público, dar um fim a estes resíduos, agora o fabricante toma essa consciência, e essa medida faz com que ele se posicione mais ativamente na elaboração de novas alternativas de materiais e desperdícios, já que afeta diretamente no lucro, ser mais ecologicamente eficiente. Esta medida afeta drasticamente para fechar o ciclo de produção, consumo e reciclagem, beneficiando o metabolismo da cidade.

No Brasil, foi implementado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2012, a política de Logística Reversa, que compartilha a responsabilidade da reciclagem com fabricantes, distribuidores, importadores e comerciantes, resultando em um aumento da reciclagem de resíduos no país.

Torna-se obrigação das empresas captar eletrônicos, remédios, embalagens, resíduos de óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e luz mista, sejam reaproveitados ou tenham um destino ambiental correto.

De acordo com o MMA, a Logística Reversa é responsabilidade do setor empresarial, por tratar-se em sua maioria de resíduos tóxicos, o poder público fica responsável pelo manejo de resíduos sólidos.

Através da triagem dos resíduos que se torna possível o início do processo de reciclagem para atender as exigências do MMA, como relata Gusmão (2012).

#### **2.1.4 Centro de Triagem**

Centro de Triagem é o local destinado para a captação dos resíduos recicláveis, e através de etapas e sistemas, fazer a seleção e encaminhamento para que por fim, estes resíduos entrem novamente no ciclo de produção e consumo, como indica Calderoni (2003).

Calderoni (2003) ainda relata os processos envolvidos na reciclagem. A primeira etapa envolve a coleta dos resíduos. Esta, quando separada nos domicílios é chamada de Coleta Seletiva, onde há a separação de resíduos orgânicos e resíduos secos/recicláveis. Caso contrário é denominada coleta regular, onde há desperdício de matéria para possíveis reciclagens, já que o destino final, neste caso, são aterros sanitários. A forma menos ecológica e sustentável possível.

Os Centros de Reciclagem possuem diferentes modelos de estrutura, uso e condições de trabalho, como analisa Fuão (2015). Mas uma coisa é comum em todos

eles: a produção e divisão de tarefas. A especificação de trabalho e o trajeto percorrido são uma constante e podem ser divididos em três grandes zonas.

A primeira delas é a Zona de Triagem, onde o material chega ao galpão através de caminhões ou de carrinheiros, e este material é geralmente depositado em uma gaiola ou no chão.

A segunda etapa é a Zona de Prensagem, onde o material que já foi selecionado, é prensado em prensas mecânicas ou simplesmente amarrado e ensacado.

A última etapa é a Zona de Armazenagem, que abriga os materiais prensados em fardos a espera de serem comercializados.

#### **a) Zona de Triagem**

Segundo Calderoni (2003), mesmo após a separação domiciliar, o resíduo coletado passa por uma nova etapa de separação, agora no Centro de Triagem. Essa etapa é chamada de Triagem, é mais detalhada e separa principalmente os plásticos e papeis, que apresentam a maior diversidade e são classificados em diversos tipos.

Espaço que se destina a separação dos resíduos sólidos e funciona da seguinte forma: após o material ter chegado ao centro de triagem, são depositados os sacos com o material na parte superior da gaiola e retirados um a um pela parte inferior, sobre a mesa. A partir disso, são então classificados nas mesas pelas suas categoriais (Pet, Tetrapak, Vidro, Papelão, Plástico Mineral, etc.), e depositados nas bombonas ou bags localizadas ao redor das mesas de triagem, como Fuão (2015) explica.

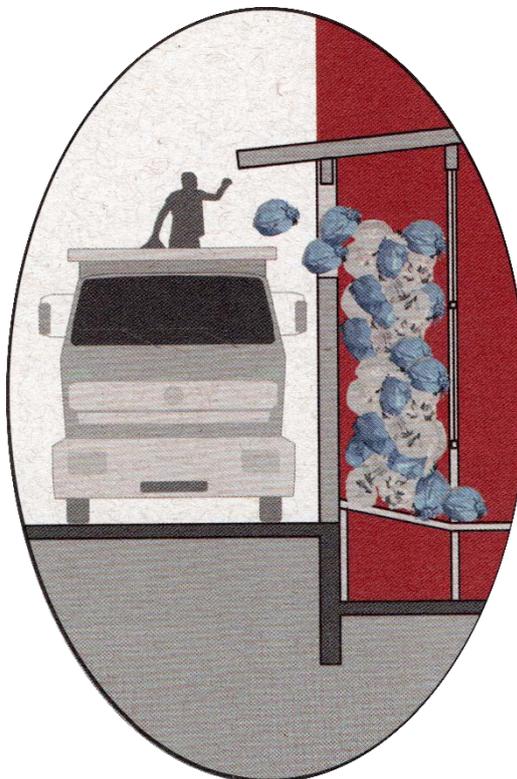
Outro setor abrigado na zona de triagem, são os bomboneiros, responsáveis por recolher da mesa de triagem e depositar as bombonas e/ou bags nas baias, onde aguardaram a prensagem.

Como Fuão (2015) alerta, há a importância do emprego de carrinhos para o transporte de bombonas, mesmo não sendo empregado normalmente, ele facilita a locomoção de bombonas com maior peso sem prejudicar o bomboneiro e sem limitar o gênero da pessoa responsável por essa função. Além dos carrinhos, outra medida que deveria ser empregada, é a de usar o recipiente adequado (bombonas, bags, tonéis, etc) de acordo com o material que será levado para prensagem.

Fuão (2015) traz informações em relação a forma de projetar a zona de triagem. Uma diretriz importante é a de prever um espaço para a circulação do caminhão, espaço de manobra, acessibilidade e o desnível necessário para o descarregamento

do mesmo, na gaiola, que deve estar de acordo com a altura da mesa de triagem, como é mostrado na figura abaixo.

**Figura 1 – Esquema exemplificando a descarga de resíduo sólido na gaiola**



Fonte: Fuão, 2015

Então, pode-se considerar que a Zona de Triagem, abriga no seu programa, o espaço externo para o caminhão, a gaiola onde são depositados os sacos de resíduos sólidos, as mesas de triagem, o local das bombonas e bags ao redor da mesa de triagem e a faixa de circulação das bombonas até a zona de prensagem.

#### **b) Zona de Prensagem**

Após a triagem, a próxima etapa é a prensagem dos diversos tipos de materiais. De acordo com Fuão (2015), o espaço da Zona de Prensagem abriga dois programas: as baias/bags e o espaço onde ficam as prensas. Uma observação a ser considerada é a utilização de prensas de alto potência, pois as de potência menor fazem com que o preneiro trabalhe o dobro de tempo, perdendo produção.

As baias são os espaços destinados ao armazenamento dos materiais já separados pela triagem, são depositados até serem prensados. Geralmente são feitos

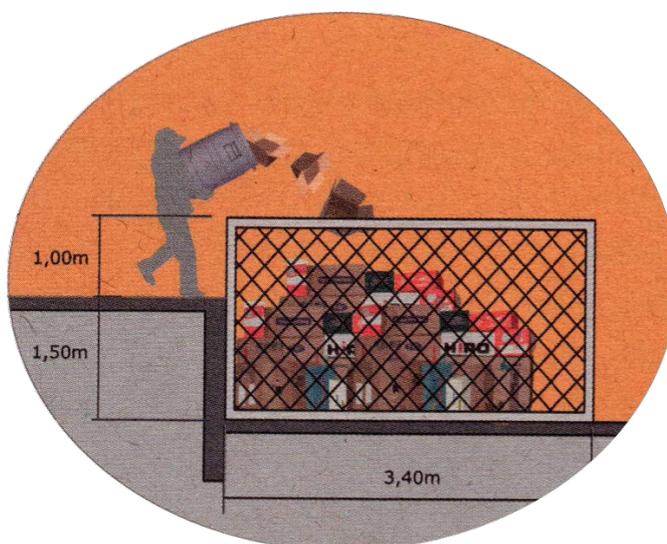
de telas e cada baia é destinada a um tipo de material. Assim ficam, até a baia/box estar com a quantidade suficiente de resíduos para serem prensados.

Quando as baias/boxes, não utilizam bags para armazenagem, ocorre de alguém ter que puxar com rodo os materiais para a prensa, e isso acarreta em duplicidade de trabalho e até certo desperdício de material que acaba sendo deslocado para fora da área de prensagem, como Fuão (2015) alerta.

O processo de prensagem é feito aos poucos, colocando um número pequeno de materiais e prensando diversas vezes até que seja formado o fardo, que então é atado e levado para a zona de armazenagem.

Existe a possibilidade de se projetar desnível entre a zona de triagem e a zona de prensagem, para facilitar o trabalho do bomboneiro despejar as bombonas na parte superior das baias de prensagem, como mostra a figura abaixo.

**Figura 2 – Exemplo de desnível entre zona de triagem e zona de estocagem**



Fonte: Fuão, 2015

Mas a melhor solução, na análise de Fuão (2015), seria manter o ambiente plano e a utilização de bags ao invés de baias, pois assim demanda menos esforço do bomboneiro que precisaria elevar as bombonas para despejar nas baias. Nessa situação aumentaria o dinamismo e produção, fazendo com que as bags no processo de triagem fossem levadas diretamente para a área de estocagem e depois direcionadas para próximo das prensas, evitando maior esforço físico e possíveis perdas de materiais nas transições.

No campo de reciclagem, quanto mais tempo materiais ficarem parados na zona de prensagem, mais tempo o dinheiro está parado. Então um centro de reciclagem produtivo e dinâmico, deve apostar mais em bags que diminuem o tempo e o esforço demandado para fazer a prensagem, resultando na agilidade em finalizar o produto a ser vendido.

### **c) Zona de Armazenagem**

A última etapa no processo do Centro de Triagem é a armazenagem e comercialização. Após os materiais serem prensados, agora como fardos, são levados até a zona de armazenagem, onde ficam estocados até serem vendidos, de acordo com Fuão (2015).

Calderoni (2003) detalha as etapas subsequentes de Beneficiamento e Acondicionamento, onde os vidros são triturados e lavados, metais e papeis são prensados e enfardados, plásticos são lavados e podem ser enfardados ou transformados em pequenas pelotas.

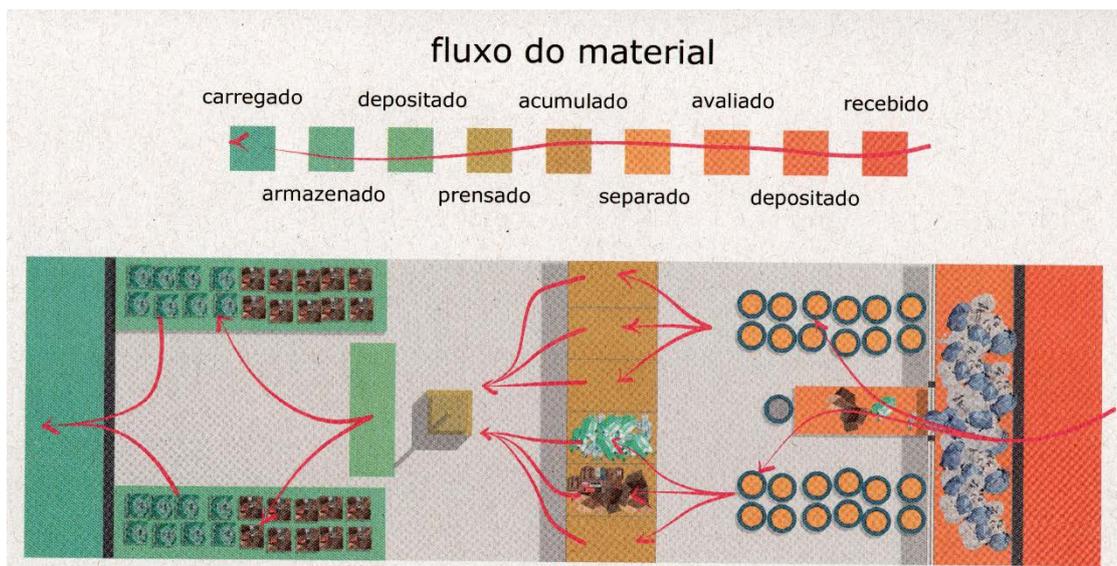
Os fardos têm variação de tamanho dependendo das dimensões da prensa, e podem ser colocados lado a lado ou empilhados um em cima do outro. E assim podem ser mantidos estocados em torno de uma semana a um mês, dependendo da logística do centro de triagem.

Além da prensa, a armazenagem abriga também uma balança para fazer a pesagem dos fardos onde é anotado em planilha para controle. E posteriormente, os fardos vendidos são colocados no caminhão com auxílio de empilhadeira ou elevador, de acordo com Fuão (2015).

O programa a ser contemplado pela Zona de Armazenagem, é composto de espaço para os fardos, empilhadeira, elevador, balança, mesa de apoio para contabilidade e controle e um espaço destinado ao estacionamento do caminhão, que deve estar próximo ao elevador, e planejado de forma que não atrapalhe o fluxo.

O processo produtivo começa com o descarregamento dos resíduos nas gaiolas, segue para a bancada de triagem, das bancadas são selecionados por suas características e depositados nas bombonas, que por sua vez são levadas para a prensagem e após prensadas são armazenadas até serem vendidas para a reciclagem (Figura 3).

**Figura 3 – Processo produtivo e fluxo do material**

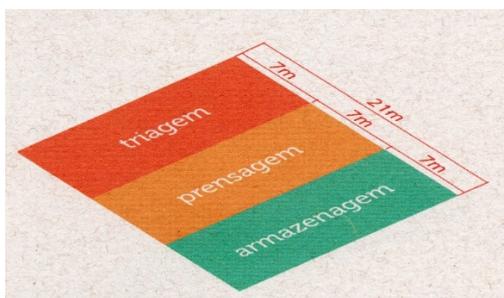


Fonte: Fuão, 2015.

### Dimensões das Três Zonas

Conhecendo as três zonas que são necessárias para o funcionamento do centro de reciclagem, Fuão (2015), elaborou uma dimensão básica como ponto de partida para a elaboração de um projeto funcional. Parte do princípio de cada uma das três zonas terem a mesma medida de largura, alterando apenas seu comprimento em relação ao porte do centro de reciclagem a ser executado. Essa medida é capaz de abrigar todos os programas de acordo com a necessidade de cada zona e a formatação das conexões flui de forma produtiva e racional com o fluxo de produção. Começando com a chegada do caminhão com os resíduos pela triagem, passando pela prensagem e terminando na armazenagem, onde caminhão leva os fardos beneficiados de volta para a linha de produção das respectivas matérias primas, fechando o ciclo de reciclagem.

**Figura 4 – Dimensões iguais das três zonas**



Fonte: Fuão, 2015

Aliado com um centro de triagem, busca-se abrigar um programa que abranja situações de fragilidade social, como centros sociais e oficinas, para agregar recursos que podem melhorar a situação das famílias que fazem parte da comunidade abrangida pelo centro, de acordo com Fuão (2015).

Um Centro de Educação Ambiental deve cumprir essa função assistencial, propondo atividades no turno inverso para familiares dos funcionários do centro de triagem e da comunidade.

## 2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental é um tema bastante em voga nos dias de hoje, com o acesso a informação e com uma crescente preocupação com a qualidade de vida, as mudanças climáticas e as projeções de escassez de recursos frente ao nosso crescente modo de consumo, fez com que as pessoas olhassem para o ambiente ao nosso redor.

Sauvé (2005), afirma que a sociedade começa a dar-se conta de que o meio ambiente não é apenas uma área de estudo ou um tema a ser tratado. O meio ambiente faz parte de humanidade, de relações com os outros, da existência no mundo.

Portanto, a educação ambiental não é uma “forma” de educação ou uma “ferramenta” para solucionar problemas de gestão ambiental, e sim uma educação fundamental que faz com que se tenha interações com o meio em que se vive para desenvolvimento pessoal e social, como Sauvé (2005) esclarece.

A educação ambiental, na visão de Sauvé (2005), tem por objetivo induzir dinâmicas sociais na comunidade local, em seus princípios, e ir avançando até conseguir abordar uma compreensão crítica e criativa da realidade socioambiental, conseguindo elaborar soluções para esses problemas através de abordagens colaborativas e redes de solidariedade.

Grippi (2001), faz um paralelo entre o lixo e a educação, na forma como as pessoas se relacionam com ambos, o modo como elas encaram seus resíduos, seus idosos e crianças carentes, está diretamente associada com o seu grau de civilidade. O tratamento do lixo doméstico vai além de questões tecnológicas, mas sim sobre questões culturais.

Iniciativas ambientais, discussões, participação e educação geram riqueza social. São premissas que se tornam necessárias para a nossa evolução como sociedade e a ainda em tempo de reverter as condições ambientais e os problemas gerados pela industrialização.

Rogers (2001) elucida:

Desde o advento da industrialização, a ênfase tem sido colocada na extração e consumo dos recursos, o que criou, durante os últimos 200 anos, técnicas e tecnologias altamente eficientes voltadas para o caminho linear do consumo e do desperdício. A ênfase do PNB – Produto Nacional Bruto – e no PIB – Produto Interno Bruto – sugere que o crescimento econômico, em si, é um benefício, mas não consegue estabelecer critérios a longo prazo como a fertilidade ou riqueza de nosso meio ambiente ou o bem-estar da sociedade. Se buscarmos uma mudança conceitual em direção à ‘conservação e reciclagem de recursos’, podemos nos antecipar ao mercado, reagindo a tempo, com igual voracidade e eficiência.

Quando se pretende que as políticas ambientais sejam implementadas e adequadamente fiscalizadas é essencial garantir que o público esteja bem informado. (ROGERS, 2001)

Sauvé (2005), divide a educação ambiental em sete estágios, que devem ser compreendidos em ordem complementar para de fato apreendermos sobre o meio ambiente. São eles:

- a) Meio Ambiente – Natureza: A origem dos problemas socioambientais está ligada com a forma que nos relacionamos, ser humano e natureza. É preciso reconstruir nosso sentimento de pertencer a natureza. De tomar consciência que por meio da natureza reencontramos nossa própria identidade humana, de ser vivo e os demais seres vivos.
- b) Meio Ambiente – Recurso: Para existir vida, deve existir ciclos de recursos de matéria e energia. Então a educação ambiental auxilia na conservação, consumo responsável e solidariedade da repartição equitativa dentro da sociedade.
- c) Meio Ambiente – Problema: O desenvolvimento de habilidades de investigação crítica e diagnósticos dos problemas que se apresentam.

Estimula o exercício de resolução de problemas e projetos que venham a preveni-los.

- d) Meio Ambiente – Sistema: Exercício de pensamento sistêmico, através da compreensão das diversas realidades ambientais, para então poder tomar decisões necessárias. Tomando conhecimento de toda a diversidade, riqueza e complexidade de seu próprio meio ambiente.
- e) Meio Ambiente – Lugar em que se vive: Explorar e redescobrir o lugar em que se vive, com um olhar renovado e crítico. Desenvolver aprimoramentos nas relações cotidianas a favor da interação social, aprendendo a valorizar o local em que vivemos.
- f) Meio Ambiente – Biosfera: Aprender a considerar a interdependência das realidades ambientais. Nos leva a refletir mais profundamente sobre os modos de desenvolvimento das sociedades.
- g) Meio Ambiente – Projeto Comunitário: Espaço para a cooperação e parceria em busca de realizar as mudanças desejadas em prol de uma coletividade. Aprender a viver e a trabalhar em conjunto, já que o meio ambiente é um objeto compartilhado, assim sendo, mas eficaz para uma abordagem colaborativa. Aprende-se a discutir, escutar, argumentar e convencer, comunicando-se de forma eficaz.

O desafio contemporâneo é a educação para um desenvolvimento sustentável, de acordo com Sauvé (2005), onde a educa o   vista como um instrumento em favor da conserva o do meio ambiente. Com crescimento econ mico sustentável frente a condi o do desenvolvimento humano, formando um conceito de educa o para um futuro viável, através da educa o ambiental para o desenvolvimento de sociedades responsáveis.

### 2.3 ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

Uma arquitetura verdadeiramente sustentável, de acordo com McLennan (2001), não poderia gerar nenhum impacto operacional negativo ao meio ambiente em sua edifica o.

Como ponto de partida, a arquitetura sustentável tenta minimizar os danos causados, procurando na natureza, solu es para o conforto ambiental. Como afirma

McLennan (2001), o design sustentável é uma reação consciente às consequências de práticas insustentáveis.

Rogers (2001) tem a seguinte visão sobre a arquitetura e a sustentabilidade:

A arquitetura está mudando em resposta às demandas ambientais e à evolução de materiais de alto desempenho e bioregenerativos. Le Corbusier descrevia a arquitetura como 'jogo magnífico e correto dos volumes em presença da luz'. No futuro, entretanto, os edifícios tenderão à desmaterialização. Sairemos da massa edificada e entraremos em uma época de transparências e véus: de estruturas indeterminadas, adaptáveis e flutuantes que respondam às mudanças diárias no ambiente e nos padrões de uso.

Em complemento com a visão de Rogers sobre a responsabilidade da arquitetura sobre questões de sustentabilidade, tem a visão do McLennan, que aborda a sustentabilidade como uma filosofia de sociedade que deseja algum futuro. McLennan diz:

Projeto sustentável é uma filosofia básica de um crescente movimento de indivíduos e organizações que, literalmente procuram redefinir como as construções são projetadas, construídas e operadas para serem mais responsáveis ao ambiente e responsivas as pessoas.

Projeto sustentável é uma filosofia de projeto que busca maximizar a qualidade do ambiente da construção, enquanto minimiza ou elimina o impacto negativo ao meio ambiente. (McLennan, 2001)

Um dos fatores que tornam possível hoje em dia, pensar, projetar e executar arquitetura sustentável, é o avanço tecnológico aliado com a conscientização social que vem crescendo na última década.

Rogers (2001), traz informações sobre esse avanço:

A tecnologia e nossa habilidade em prever o futuro transformaram nosso mundo e, frequentemente, diante de dados terríveis. Em 1798, o economista Malthus alertava que, de acordo com seus cálculos, a taxa de crescimento da população mundial estava excedendo a própria capacidade da terra de alimentar gerações futuras. Ficou provado que ele estava errado porque suas estimativas haviam sido feitas sem notável potencial da tecnologia.

Atualmente, a tecnologia se desenvolve ainda mais rapidamente e oferece oportunidades ainda maiores.

Com o avanço da tecnologia, a arquitetura pode buscar as soluções naturais que já foram utilizadas a anos atrás. Para ser sustentável, não há a necessidade de abrir mão do conforto. Rogers (2001) afirma que os arquitetos agora dependem menos de soluções tecnológicas ativas de alto consumo de energia e começam a explorar tecnologias passivas que utilizam energia renovável, adaptadas aos recursos naturais como plantas, vento, sol, terra e água.

Rogers (2001), adiciona nesse pensamento:

A arquitetura precisa minimizar seu embate com a natureza, portanto, deve respeitar as leis naturais. Os edifícios podem seguir as curvas de nível para reduzir a resistência do ar. A arquitetura vem se mostrando cada vez mais racional e eficiente à medida que suas formas interagem com as forças naturais.

Uma verdadeira arquitetura sustentável não gera impactos operacionais negativos ao meio ambiente e ainda toma partido de algum tipo de reaproveitamento, de acordo com McLennan (2004).

McLennan (2004), elaborou seis premissas básicas para começar a pensar ativamente em um design sustentável.

- Respeito pela natureza:
  - Natureza como modelo: tirar inspiração de formas naturais;
  - Natureza como medida: usar padrões ecológicos para julgar as inovações;
  - Natureza como mentora: valorizar o que pode ser aprendido contra o que pode ser extraído;
- Respeito pelas pessoas:
  - O princípio de ter plena noção de que todo o objetivo de projetar e construir, em primeiro lugar é o de criar um ambiente para as pessoas;
- Respeito ao local:

- O design sustentável atual, sugere que soluções tecnológicas sejam aplicadas somente depois que as soluções naturais tenham sido exauridas;
- O design sustentável deve considerar o que é único sobre um determinado local e como essas características podem ser ampliadas e protegidas. O lugar determina como o projeto deve ser;
- Respeito ao ciclo de vida:
  - Considerado o mais complexo e talvez o mais simples de ser entendido, trata-se da consciência de perceber que cada pessoa faz parte de um ciclo maior. Deve desempenhar seu papel nesse ciclo responsabilmente, pois o que foi desenvolvido deverá continuar;
- Respeito a energia e recursos naturais:
  - Perceber que os recursos são finitos, e trata-los assim, evitando desperdício e entendendo que não há acesso a outros planetas para sustentar o consumo de fontes naturais utilizadas;
  - Focar todos os esforços em tecnologias e recursos renováveis;
- Respeito pelo processo:
  - Trata-se de como as coisas são feitas e não do que é feito. É pensar que para mudar os resultados, deve-se mudar o processo que levou aquele resultado;

O arquiteto e ambientalista McLennan, lança mão de categorias para um projeto sustentável, na sua visão. São como diretrizes básicas para um projeto ser considerado de fato sustentável. Mas como ele mesmo diz, não são os únicos, todo tipo de iniciativa para melhorar a qualidade do ambiente sem prejudica-lo deve ser considerado. Segue as principais diretrizes para um projeto sustentável:

- Luz Natural  
Fornecer luz a um espaço sem necessitar de luz elétrica durante o dia. A luz difusa produz maior quantidade de luz para menor quantidade de calor, portanto a luz do dia para substituir a iluminação elétrica traz economia e menor impacto ambiental
- Qualidade do ar no ambiente

Talvez a parte mais importante no local de trabalho, pois está ligada diretamente com a saúde e produtividade das pessoas.

- **Aquecimento Solar Passivo**

Projetar pensando na melhor forma de aproveitar o sol para o aquecimento do ambiente, sem precisar condicionar o ambiente a formas mecânicas de aquecimento na maior parte do dia.

- **Ventilação Natural**

Gerar conforto aos ocupantes da edificação, projetando janelas não vedadas, onde é possível deixar a ar circular naturalmente.

- **Eficiência Energética**

Garantir que a energia da edificação está sendo empregada da forma mais econômica e eficiente possível, através de sistemas ecológicos e projetos bem planejados.

- **Energia Incorporada**

Utilizar materiais que empregaram pouca energia para a sua fabricação, assim reduzindo o gasto e desperdício de recursos, desde a produção.

- **Redução do desperdício da construção**

- **Conservação de Água**

Buscar formas de reduzir o desperdício de água com tecnologias e investir no tratamento e reaproveitamento da captação de água pluvial.

- **Comissionamento**

Procedimento onde um profissional de conforto ambiental fica responsável em aplicar de forma mais otimizada possível a instalação dos sistemas mecânicos e elétricos do projeto. Visando sempre o melhor desempenho ambiental.

- **Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

Através de separação consciente dos resíduos, através da coleta, triagem e reciclagem, pode-se reduzir a exploração dos recursos naturais reutilizando os materiais.

- **Energia Renovável**

Existem fontes de energia que não geram prejuízo ao meio ambiente como energia solar e eólica. Onde os recursos são abundantes, não precisam ser extraídos além de serem fontes infinitas.

- Paisagem Natural  
O emprego de vegetação adequada para cada localidade, evitando o desperdício causado pela água e produtos químicos demandados para manter certo tipo de vegetação em áreas onde elas não são as mais adequadas.
- Preservação do Solo/Sítio/Local/Terreno

McLennan (2001), acredita que as pessoas estão começando a perceber que o design sustentável resulta em construções melhores, mais saudáveis e mais rentáveis a longo prazo, e em alguns casos chegam a ser mais baratas a curto prazo.

Para uma arquitetura ser sustentável não basta possuir algumas tecnologias verdes ou reduzir algum impacto ambiental, como afirma McLennan (2001). Como exemplo, não é por utilizar energia solar que o impacto ambiental foi sanado. A energia é apenas uma parte do guarda-chuva da arquitetura sustentável, e nem sempre a energia que foi dimensionada é a mesma que de fato está suprindo a necessidade.

Ilustrando, McLennan (2001) faz um paralelo com uma flor, onde toda a energia recebida pelo sol, a água pelo céu, os nutrientes pelo solo, deve atender as suas necessidades. Da mesma forma as edificações devem ser pensadas, e com esse pano de fundo pode se definir o que um edifício vivo, sustentável deve cumprir:

- Colher todas suas necessidades de água e energia do seu ambiente imediato sem criar poluição;
- Adaptar-se especificamente ao seu local e clima evoluindo conforme as condições mudem;
- Operar sem poluição e não gerar resíduos que não sejam reaproveitados
- Promover a saúde e o bem-estar de todos os habitantes;
- Possuir sistemas integrados que aumentem a eficiência e conforto;
- Melhorar o ecossistema do local sem degradá-lo;
- Ser belo e inspirar a sonhar;

Em essência, o verdadeiro edifício sustentável está na sua capacidade não apenas de cuidar de seus resíduos e impactos, mas em agir ativamente nas transgressões causadas por outros, na conceituação de McLennan (2001).

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizado, inicialmente, uma revisão bibliográfica através de livros, artigos e páginas da internet, com o objetivo de embasar o tema proposto.

Após essa etapa, foi realizado estudo de caso no Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental da Universidade Feevale campus II, para tomar conhecimento do processo de triagem e do programa de necessidades do projeto pretendido.

Além da visita, foi realizada uma entrevista com os funcionários do GIGA, para entender os maiores desafios relacionados com a atividade de coleta e triagem de resíduos sólidos.

Como sequência do processo de elaboração de um centro de triagem, foram feitas pesquisas e escolhas de projetos análogos que demonstrassem alguma excelência para referenciar a pesquisa, e projetos formais que tivessem em sua forma algo a agregar na implementação do programa para a atividade de triagem de resíduos.

Através desta coleta de dados, o projeto de um centro de triagem para o município de São Francisco de Paula, propõem-se a atender de forma organizada, racional e ambientalmente responsável, suprimindo necessidades encontradas e elaborando arquitetonicamente soluções para cumprir esse desafio.

#### **3.1 ESTUDO DE CASO**

O estudo de caso foi desenvolvido no GIGA, Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental da Universidade Feevale. A localização fica na universidade Feevale, em Novo Hamburgo, no campus II.

O GIGA foi fundado em 1997, em 2002 criou-se o um setor responsável pelo Gerenciamento Ambiental da Instituição e em 2009 foi inaugurada a Central de Resíduos. Também em 2009 foi instalada a estação de tratamento de esgoto.

**Figura 5 – Fachada**

Fonte: Google Maps, 2018.

O setor é responsável pela coleta seletiva e gerenciamento de todos os resíduos produzidos na universidade, além da estação de tratamento do esgoto (ETE).

Os materiais que são reciclados consistem em plástico, papelão, papel, jornal, vidro, alumínio e sucatas. Resíduos tóxicos e orgânicos, são armazenados para depois serem levados aos respectivos destinos.

O GIGA tem seu funcionamento de segunda a sábado e está aberto para a visita técnica. A triagem é composta por três funcionários, que revezam a atividade de triagem e coleta dos resíduos.

O pavilhão de triagem possui uma área para armazenagem dos resíduos, separados por categoria, sobre paletes plásticos, onde os resíduos já triados permanecem por sete dias até serem vendidos.

**Figura 6 – Armazenagem**

Fonte: Autor, 2018.

**Figura 7 – Armazenagem**

Fonte: Autor, 2018.

Logo na entrada do pavilhão, se encontra uma mesa administrativa onde é feito o controle dos resíduos.

**Figura 8 –Administração**



Fonte: Autor, 2018.

**Figura 9 – Bag para papelão**



Fonte: Autor, 2018.

Há uma mesa de triagem, onde o funcionário fica sobre paletes, e faz a triagem, separando os resíduos em sacos plásticos nas devidas categorias, além de outro saco para descarte de resíduo orgânico encontrado entre os resíduos recicláveis.

Os resíduos coletados ficam dispostos no chão, ao redor da mesa de triagem e posteriormente são colocados na mesa pelo mesmo funcionário assim que termina a seleção dos resíduos anteriores.

**Figura 10 – Mesa de triagem**



Fonte: Autor, 2018.

**Figura 11 – Resíduos para triagem**

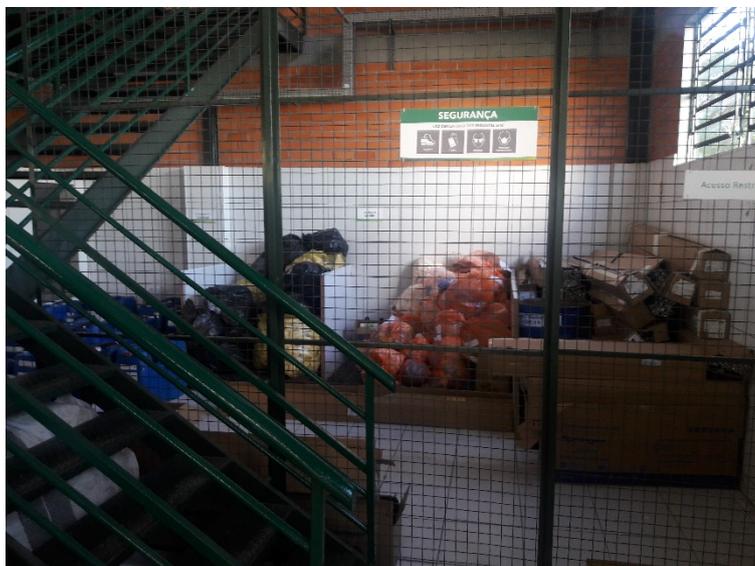


Fonte: Autor, 2018.

Outro funcionário fica em uma área destinada compressão manual de papelão e os armazenando em bags. Que depois é encaminhado para a armazenagem.

Os resíduos de laboratórios, contaminados e tóxicos, ficam armazenados em uma área separada por grade por segurança.

**Figura 12 – Resíduos contaminados e tóxicos**



Fonte: Autor, 2018.

Ainda existe uma empilhadeira que auxilia no transporte dos resíduos da armazenagem para o caminhão que os recolhe através de um desnível na rua de acesso, que nivela a caçamba com o piso do pavilhão, além de uma balança que fica pendurada para a pesagem antes da venda.

**Figura 13 – Armazenagem e empilhadeira**

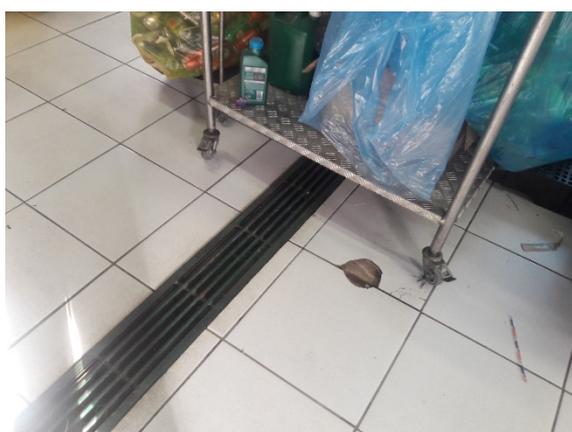


Fonte: Autor, 2018.

Os papéis oficiais da instituição passam por um triturador antes de serem colocados na armazenagem. E os resíduos orgânicos são disposto em uma sala externa vedada para evitar a proliferação de pragas, até serem descartados para coleta de lixo municipal nos horários determinados.

No centro do pavilhão existe uma canaleta com grade, para o escoamento da água, após a limpeza de lava-jato que é feita uma vez por semana, e ao final de cada dia é feita uma limpeza com vassoura e pano úmido

**Figura 14 –Canaleta**



Fonte: Autor, 2018.

**Figura 15 – Revestimento cerâmico**



Fonte: Autor, 2018.

O piso e todas as paredes são revestidos com cerâmica até 2,00 metros de altura. A climatização é feita através de ventiladores de teto, que ficam dispostos ao longo de todo o pavilhão.

Na parte externa, existe uma compostagem e um pequeno cultivo de horta e mudas de plantas, que utilizam copos de café que não podem ser reciclados, devido a pigmentação da embalagem.

**Figura 16 – Compostagem**



Fonte: Autor, 2018.

## 3.2 ENTREVISTAS

A entrevista foi realizada durante a visita ao Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental da Universidade Feevale Campus II. Com os funcionários do setor que participam ativamente da coleta e triagem dos resíduos, além de ter acesso a dados de controle de resíduos, fornecido pelos próprios funcionários.

### 3.2.1 GIGA – Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental FEEVALE

A entrevista com os funcionários do GIGA foi realizada em junho de 2018, onde foram abordadas as perguntas enquanto era explicado o processo de trabalho de um centro de triagem, com a premissa de tomar conhecimento pessoalmente de como as atividades eram realizadas, traçando um paralelo com a bibliografia previamente estudada.

Um dos funcionários trabalha do grupo desde a sua implementação, que se situava em uma pequena sala no prédio azul, a 13 anos atrás. Hoje, a instalação se localiza em um novo pavilhão com acesso interno através de escadaria ao lado da oficina e acesso externo através da rua Poços de Caldas.

Segundo o funcionário, um dos maiores desafios é a conscientização do público da universidade, entre acadêmicos, professores e funcionários, da correta separação dos resíduos. Existe muito desperdício relacionado com a contaminação de material orgânico nos resíduos sólidos, o que acaba por inviabilizar a reciclagem.

Além dessa perda, ocorre um cuidado redobrado na hora de realizar a triagem, por conta de palitos de madeira misturados nos resíduos, para evitar acidentes que possam ocasionar ferimentos na manipulação dos resíduos.

Um ponto a ser notado é a disposição dos resíduos antes da triagem, que ficam dispostos no chão e a organização de alguns sacos de triagem ao redor de toda a mesa, que dificultam o alcance de um único funcionário fazendo a triagem.

## 4 ÁREA DE INTERVENÇÃO

Neste capítulo será abordada a cidade de São Francisco de Paula, onde será o Centro de Triagem e Centro de Educação Ambiental, a área de intervenção planejada e a justificativa pela escolha do terreno.

### 4.1 MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE PAULA

O município de São Francisco de Paula, situa-se no estado do Rio Grande do Sul, na Região Turística das Hortênsias, localizado a uma distância de 112 km da capital, Porto Alegre.

A região era habitada por índios Caáguas, que foram utilizados como escravos por bandeirantes e com o tempo dizimados ou mortos por doenças. Assim a região só voltou a ter atenção pelo fornecimento de mulas e animais de tração, para a mineração. Sua ocupação se deu de forma orgânica por tropeiros, pois estava no caminho que ligava Palmares do Sul, passando por Santo Antônio da Patrulha, indo em direção a Lages e avançando para Sorocaba. Até que Pedro da Silva Chaves, capitão militar português, recebeu uma gleba de terras na região, onde doou uma pequena porção para a igreja a qual viria a construir em 1762 e batiza-la de São Francisco de Paula. A região ainda ficou pertencendo a Santo Antônio da Patrulha, até 1852, quando então foi emancipada.

A população aproximada de São Francisco de Paula é de 21.679 habitantes, de acordo com o IBGE (2018). Sua economia principalmente vem do setor primário, produzindo batata, maçã e hortaliças, além do plantio de pinos, eucalipto e criação de gado. E do setor terciário, através do forte fomento no turismo da região.

Devido a sua grande dimensão, 3.272,948 km<sup>2</sup>, destes 190 km<sup>2</sup> de área urbana e 3.273,468 km<sup>2</sup> de área rural, São Francisco de Paula faz divisa com 14 municípios. Ao norte: Monte Alegre dos Campos e Bom Jesus; ao sul: Maquine, Riozinho, Rolante, Taquara e Três Coroas; a leste: Jaquirana, Cambará do Sul, Praia Grande, Três Forquilhas e Itati; e a oeste: Canela e Caxias do Sul.



**Figura 19 – Identificação da RS-020**



BR-020 — — — — —

Fonte: Alterado pelo autor – Google Maps, 2018.

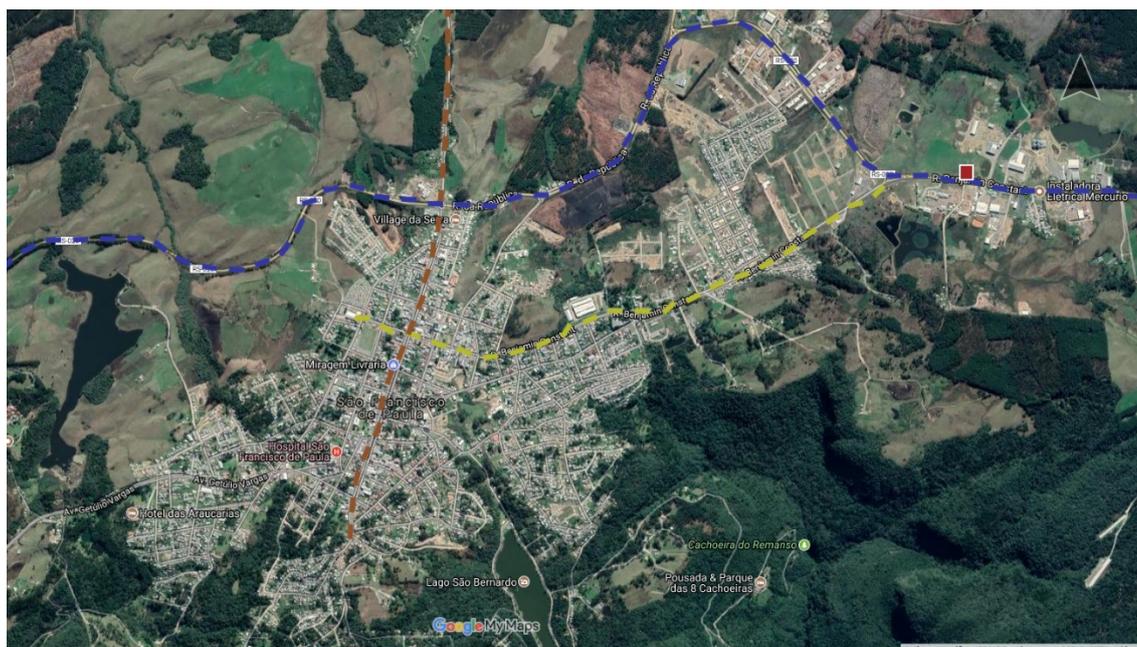
## 4.2 ÁREA DE INTERVENÇÃO E JUSTIFICATIVA

A escolha do terreno para a intervenção situa-se na zona industrial da cidade de São Francisco de Paula, no bairro Industrial.

Este lote foi elegível por diversos fatores. A zona é destinada a empreendimentos industriais, o qual se enquadra a natureza do projeto. Localiza-se com fácil acesso de veículos de carga através da RS-020 e acesso ao centro da cidade pela Rua Benjamin Constant.

Outra decisão de escolha é a existência de um loteamento de ZEIS (Zona Especial de Interesse Social) nas proximidades, onde há um projeto já aprovado pela prefeitura, de residenciais multifamiliares, e assim, podendo suprir a futura demanda de um centro comunitário de educação ambiental, na região.

Figura 20 – Localização do lote no município



- |  |                      |  |                        |
|--|----------------------|--|------------------------|
|  | RS-020               |  | Av. Júlio de Castilhos |
|  | R. Benjamin Constant |  | Lote                   |

Fonte: Alterado pelo autor – Google Maps, 2018.

O lote contempla 3.600,00m<sup>2</sup>, onde hoje é localizado um campo aberto sem a existência de benfeitorias.

A fachada frontal possui dimensão de 60,00 metros de comprimento, fazendo divisa com a rua Benjamin Constant (RS – 020) e 60,00 metros de profundidade.

Figura 21 - Lote



- |  |                          |  |                       |  |         |
|--|--------------------------|--|-----------------------|--|---------|
|  | Lote 3.600m <sup>2</sup> |  | Rua Benjamin Constant |  | Triagem |
|--|--------------------------|--|-----------------------|--|---------|

Fonte: Alterado pelo autor – Google Maps, 2018.

**Figura 22 – RS - 020**

Fonte: Google Maps, 2018.

**Figura 23 - Terreno**

Fonte: Google Maps, 2018.

**Figura 24 - Terreno**

Fonte: Goole Maps, 2018.

**Figura 25 – Lado oposto ao terreno RS - 020**

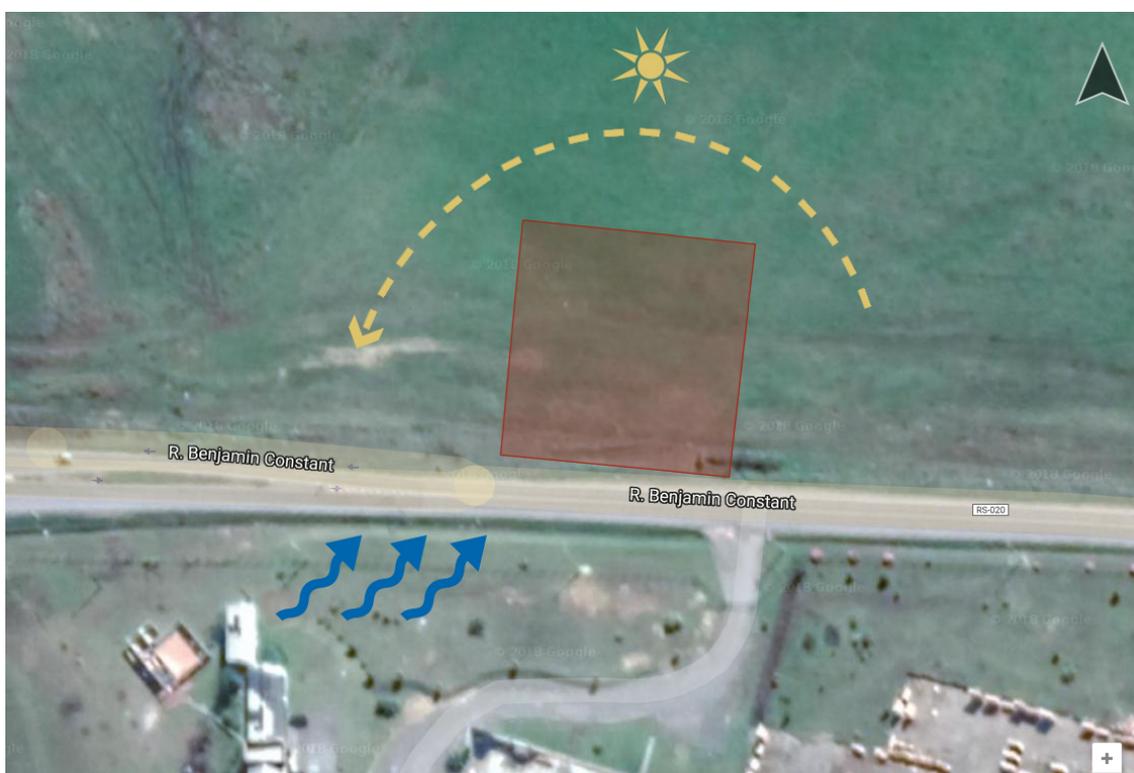
Fonte: Google Maps, 2018.

### 4.2.1 Fatores Climáticos

São Francisco de Paula possuem clima subtropical, caracterizado por verões úmidos, mornos ou frescos e invernos frios, com temperatura mínima média de 5,8°C. Apesar de ser o município mais chuvoso do estado, acima de 2.100mm de chuva por ano, nos meses de inverno, julho e agosto, há poucos dias de precipitações. A temperatura média do ano é de 14,4°C, com recorde máximo de 34°C e mínimo de 6,5°C.

A direção do vento dominante é nordeste, com velocidade média de 2,7m/s. Não possui construções próximas com altura relevante, e é importante considerar que região já sofreu duas vezes com temporais (2010 e 2017), com ventos acima de 100km/h, atingindo bairros residenciais e deixando famílias desabrigadas.

Figura 26 – Estudo insolação



Fonte: Alterado pelo autor – Google Maps, 2018.

Com relação à insolação, o lote possui a orientação norte nos fundos, o que é excelente para o posicionamento da gaiola do centro de triagem, como escolha de posicionamento para a locação de projeto.

#### 4.2.2 Estudo do Entorno

O lote no seu entorno, não possui edificações adjacentes, apenas pavilhões industriais do outro lado da rua. Se localiza em um campo aberto.

**Figura 27 – Mapa de alturas**



■ Pé direito duplo      ■ Um pavimento

Fonte: Alterado pelo autor – Google Maps, 2018.

**Figura 28 – Mapa de usos**



■ Industrial      ■ Residencial

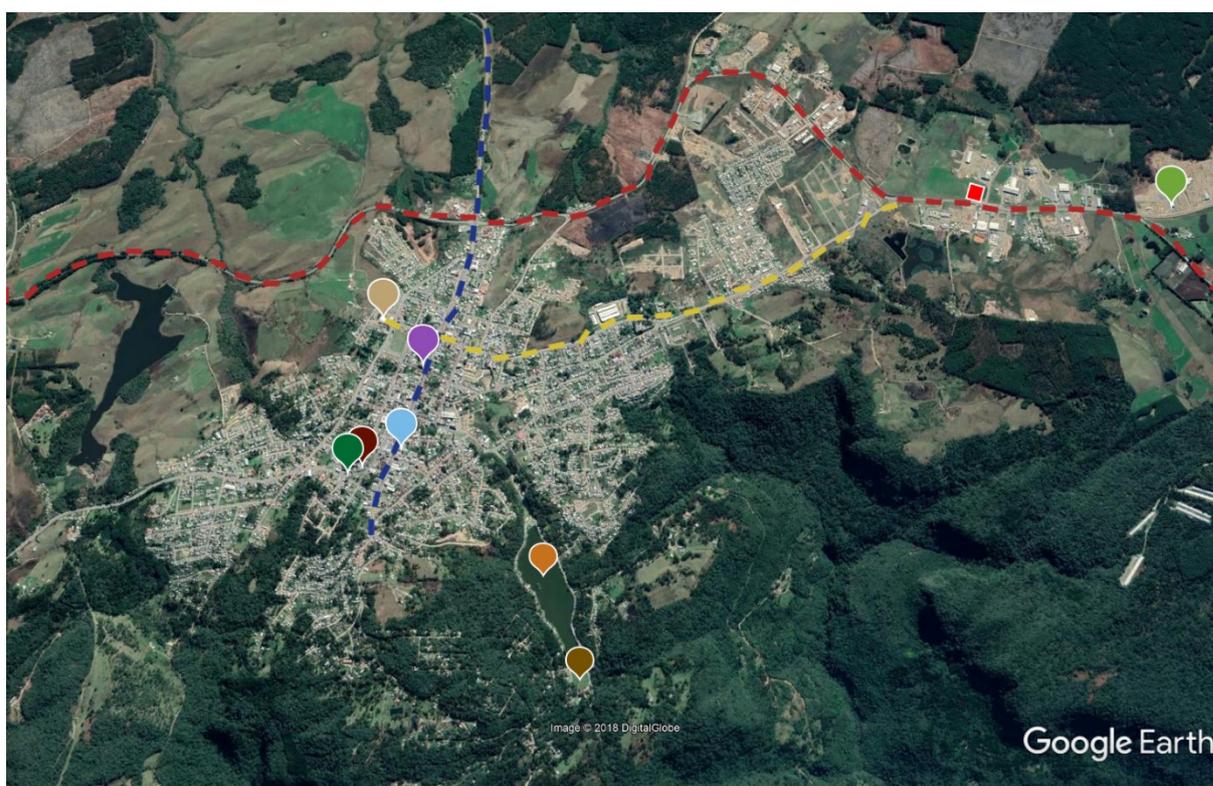
Fonte: Alterado pelo autor – Google Maps, 2018.

A zona é majoritariamente industrial, composta por fábricas e pavilhões. Mais adiante, direção leste, há lotes de extração e reflorestamento e uma área destinada a construção de habitações multifamiliares populares.

### 4.2.3 Marcos e Pontos Nodais

Como o lote fica na Zona Industrial, não há marcos importantes nas proximidades. Os pontos nodais da cidade ficam mais localizados ao centro, ao redor da avenida Júlio de Castilhos.

Figura 29 – Marcos e Pontos Nodais



- |  |  |  |
|--|--|--|
|  Prefeitura Municipal   |  Ginásio Municipal      |  Hotel Cavalinho Branco |
|  Hospital Municipal SFP |  Livraria Miragem       |  Área destinada a ZEIS  |
|  Paróquia SFP           |  Lago São Bernardo      |  Lote                   |
|  RS-020                 |  Av. Júlio de Castilhos |  Rua Benjamin Constant  |

Fonte: Alterado pelo autor – Google Earth, 2018.

Apesar da distância o acesso ao lote é facilitado tanto pela RS – 020 para quem vem de outros municípios quanto pela Rua Benjamin Constant pelo centro da cidade.

#### 4.2.4 Fluxo Viário

A localização do lote é bem favorecida em relação ao fluxo viário, pois possui acesso pela rodovia estadual RS-020, que permeia a cidade e faz ligação com as demais cidades.

Há ainda o acesso interno, através da rua Benjamin Constant, que tornasse RS-020 na bifurcação com a rodovia.

Assim o acesso de descarga dos resíduos para serem selecionados tem fácil acesso ao lote, como a carga, dos materiais já selecionados em fardos, podem ser transportados para qualquer local necessário pela rodovia RS-020.

**Figura 30 – Mapa Viário**



Fonte: Alterado pelo autor – Google Maps, 2018.

**Figura 31 – Fluxo Viário**



Fonte: Alterado pelo autor – Google Maps, 2018.

#### 4.2.5 Levantamento Planialtimétrico

São Francisco de Paula pertence a região da Serra Gaúcha, e na sua extensão possui muitas elevações. Na Zona Industrial os desníveis são menos perceptíveis pela grande extensão.

**Figura 32 – Curvas de nível**



Fonte: Produzido pelo autor, 2018.

O lote possui três curvas de nível, mas com elevação suave, pela dimensão do terreno. E essa característica será levada em consideração para a locação da área de descarga dos resíduos.

#### 4.3 PLANO DIRETOR

O lote está localizado na Zona Industrial do município de São Francisco de Paula, e de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Ambiental Integrado (PDDAI):

A macrozona exclusivamente industrial é caracterizada pela possibilidade de uso com empreendimentos voltados à produção, tendo como diretrizes:

- a) o incentivo à expansão das atividades econômicas;
- b) restrição ao uso residencial.

A poluição sonora admissível na Zona Industrial (Figura 33), é de 70dB pela NBR 10.151/00.

Figura 33 – Tabela de Incomodidade Admissível

NÍVEIS DE INCOMODIDADE	FATORES DE INCOMODIDADE				
	LOCALIZAÇÃO	POLUIÇÃO SONORA	POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	POLUIÇÃO HÍDRICA	POLUIÇÃO ELETRO-MAGNÉTICA
<b>NÃO-INCÔMODA</b>	Área Especial de Interesse Ambiental Área Especial de Interesse Institucional e Ambiental Área Exclusivamente Residencial	Diurna 55dB Noturna 50dB NBR 10.151/00	Áreas Classe I (CONAMA Nº 08/90) e Padrão Primário (CONAMA Nº 03/90)	PORTARIANº 05/89 – SSMA CONAMA Nº 357/05	Resolução nº 303/02, da ANATEL
<b>INCÔMODA I</b>	Área Mista 1: (Predominantemente Residencial com atividades comerciais)	Diurno:70 dB Noturno: 50 dB	Áreas Classe I (CONAMA Nº 08/90) e Padrão Primário (CONAMA Nº 03/90)	PORTARIANº 05/89 – SSMA CONAMA Nº 357/05	Resolução nº 303/02, da ANATEL
<b>INCÔMODA II</b>	Área Mista 2: (Predominantemente Comercial com Indústrias)	Diurno:70 dB Vespert.:60 dB Noturno: 50 dB	Áreas Classe II e III (CONAMA Nº 08/90) e Padrão Secundário (CONAMA Nº 03/90)	PORTARIANº 05/89 – SSMA CONAMA Nº 357/05	Resolução nº 303/02, da ANATEL
<b>INCÔMODA III</b>	Área Exclusivamente Industrial	70 dB NBR 10.151/00	Áreas Classe II e III (CONAMA Nº 08/90) e Padrão Secundário (CONAMA Nº 03/90)	PORTARIANº 05/89 – SSMA CONAMA Nº 357/05	Resolução nº 303/02, da ANATEL

Fonte: Plano Diretor de São Francisco de Paula, 2018.

O regime urbanístico permitido na zona do lote escolhido, limita o índice de aproveitamento entre 20% e 200% da área do terreno, com taxa de ocupação máxima de 75% e taxa de permeabilidade mínima de 20% (Figura 34).

Figura 34 – Regime Urbanístico

ZONA	USOS	ÍNDICE DE APROVEITAMENTO				TO (%)	TP (%)	
		Mínimo	Básico	Máximo	Operação Urbana			
<b>MACROZONA URBANA</b>	residencial	unifamiliar	0,20	1,50	-	-	50	20
		multifamiliar	0,20	2,00	3,00	4,00	65	20
	não residencial	0,20	2,00	3,00	4,00	80	20	
<b>EXCLUSIVAMENTE INDUSTRIAL</b>	industrial e correlatos	0,20	1,50	2,00	-	75	20	

**Notas:**

- 1 - É obrigatório recuo de frente de 4,00 m
- 2 - Lote mínimo  $\geq 360\text{m}^2$
- 3 - Utilizar a Tabela 03 para cálculo de taxa de ocupação e recuos

Fonte: Plano Diretor de São Francisco de Paula, 2018.

Com essas análises, pode-se obter algumas informações de possibilidades de dimensões que o projeto poderá adotar, conforme a tabela abaixo.

**Tabela 1 – Calculo de índices urbanísticos**

Área do Lote		3.600,00 m <sup>2</sup>
IA Mínimo	0,20	720,00 m <sup>2</sup>
IA Máximo	2,00	7.200,00 m <sup>2</sup>
TO	75	2.700,00 m <sup>2</sup>
TP	20	720,00 m <sup>2</sup>
<b>Área Total: 3.600,00 m<sup>2</sup></b>		
<b>Taxa de Ocupação: 2.700,00 m<sup>2</sup></b>		
<b>Índice de Aproveitamento Máximo: 7.200,00 m<sup>2</sup></b>		
Recuo Obrigatório de frente de 4,00 m		

Fonte: Autor.

## 5 PROJETO PRETENDIDO

Esta pesquisa de trabalho final de graduação, pretende criar um centro de triagem, que busque através de tecnologias atuais e conscientização ambiental, qualificar o espaço de trabalho, gerando autossuficiência e produtividade. Para cumprir essas diretrizes, utilizou-se a análise de referências para o embasamento do projeto.

### 5.1 PROJETOS REFERENCIAIS ANÁLOGOS

Através de projetos análogos, serão analisados a melhor forma de entender e relacionar os espaços, criando embasamento teórico para encontrar a solução mais adequada na elaboração de um centro de triagem. Com o emprego de forma, função, estrutura, adicionando sistemas eficientes e ecologicamente responsáveis.

#### 5.1.1 Centro de reciclagem Smestad

Arquitetos: Longva arkitekter

Localização: Oslo, Noruega

Área: 6.000,00 m<sup>2</sup>

Ano: 2015

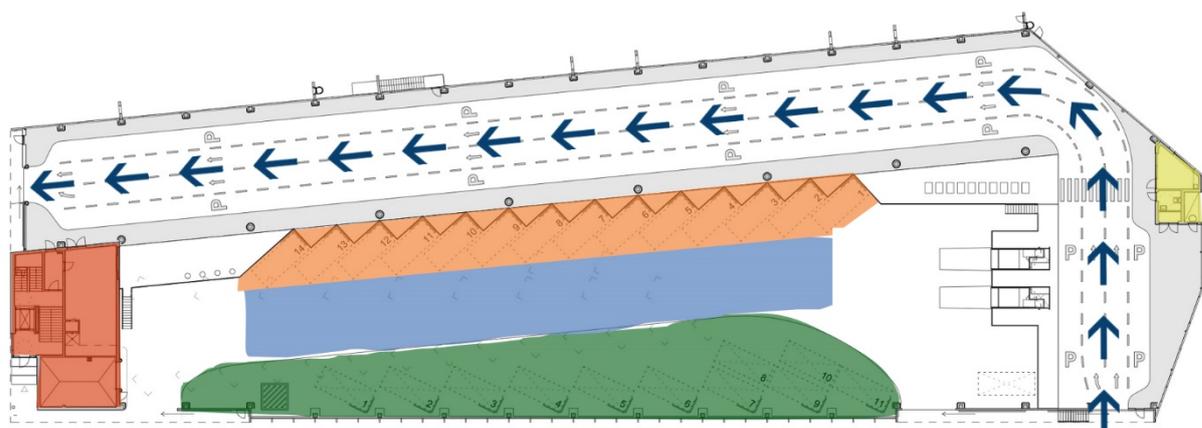
Figura 35 – Fachada



Fonte: Archdaily, 2018.

O centro de reciclagem Smestad (ARCHDAILY, 2018c) demonstra um projeto feito a partir da circulação necessária para o uso (Figura 36). Vale salientar que é uma prática comum em países europeus que os próprios cidadãos levem os resíduos até o centro de reciclagem, então o circuito formado para a passagem de veículos e descarga faz sentido nessa realidade.

**Figura 36 – Planta baixa**



■ Administração   ■ Coleta   ■ Triagem   ■ Estocagem   ■ Serviço

Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

Outro ponto de bastante importância é a utilização de estrutura metálica para possibilitar grandes vãos, o que é extremamente necessário para abrigar o programa de forma prática e otimizada, além de uma divisão bem demarcada entre a descarga de materiais, para a comunidade, e a zona de produção, onde ficam os funcionários e o programa de serviço interno.

**Figura 37 – Corte**

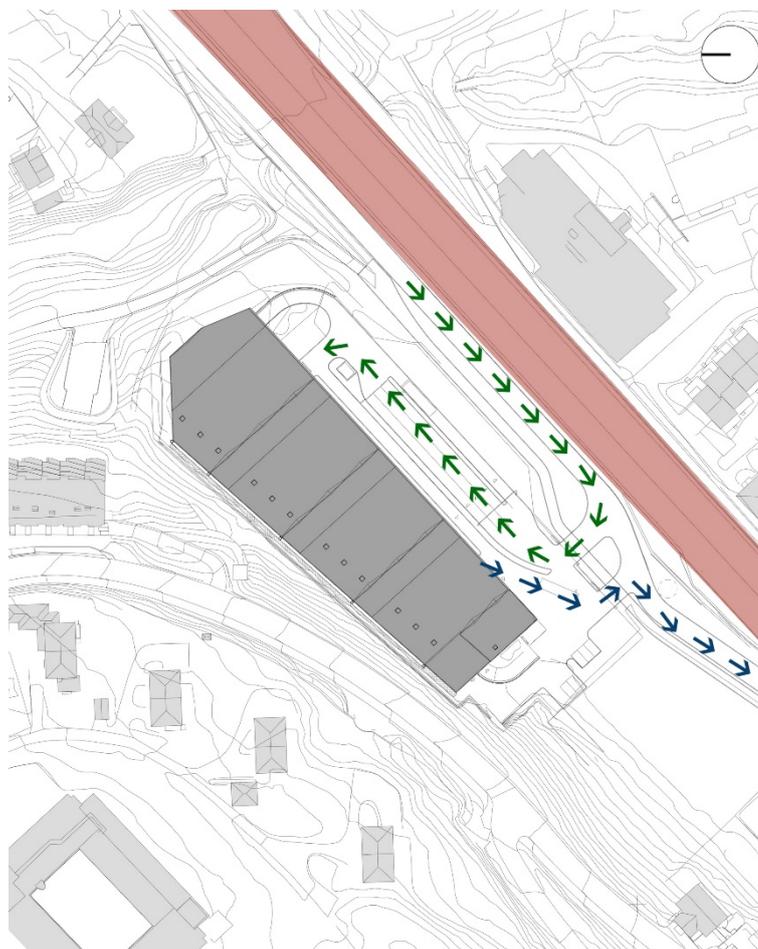


Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

**Figura 38 – Estrutura interna**

Fonte: Archdaily, 2018.

Da mesma forma que o lote do projeto, a localização do centro de reciclagem Smestad, fica próximo à rodovia, facilitando o transporte (Figura 39).

**Figura 39 – Localização**

■ Rodovia    ■ Acesso    ■ Saída

Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

Também pode-se perceber o material utilizado na área administrativa e que abriga o programa interno, sendo de alvenaria e revestimento de madeira. Onde é feita a parte de coleta e separação, os materiais utilizados são concreto na fachada traseira, estruturas metálicas, alvenaria, painéis de aço e madeira laminada na fachada principal.

**Figura 40 – Materiais da fachada**



Fonte: Archdaily, 2018.

**Figura 41 – Materiais do pavilhão**



Fonte: Archdaily, 2018.

O escritório responsável pelo projeto, informa que a edificação foi construída com materiais de baixo impacto ambiental, toda a cobertura é verde e utiliza Sedum, que possui grande tolerância tanto a frio quanto calor. O aquecimento do edifício obteve rótulo energético A na classificação da União Europeia.

**Figura 42 – Detalhe de fachada**



Fonte: Archdaily, 2018.

A escolha deste projeto se deve a função, materialidade, forma e pela utilização de estratégia de controle de temperatura, através de telhado verde e renovação de ar interno do pavilhão, principalmente por este permitir a circulação de automóveis dentro de estrutura que abriga funcionário e maquinário.

### 5.1.2 Centro de reciclagem Milieustraat

Arquitetos: Groosman

Localização: Dordrecht, Holanda

Área: 3.000,00 m<sup>2</sup>

Ano: 2012

Figura 43 - Fachada



Fonte: Archdaily, 2018.

À primeira vista, o centro de reciclagem Milieustraat (ARCHDAILY, 2018b) parece apenas um pavilhão. Mas analisando internamente, pode-se ver a preocupação que teve com a iluminação natural.

**Figura 44 – Iluminação natural**



Fonte: Archdaily, 2018.

Segundo os arquitetos, o material utilizado para a pavimentação, foram reutilizados e foi empregado sistema construtivo IFD (Industrial, Flexível e Desmontável), assim podendo ser ampliado ou reduzido se for necessário.

**Figura 45 – Sistema construtivo**



Fonte: Archdaily, 2018.

O material de vedação são placas metálicas, mas as divisões internas são alvenaria, assim possibilita a expansão de novos pavilhões anexos ao existente, como módulos.

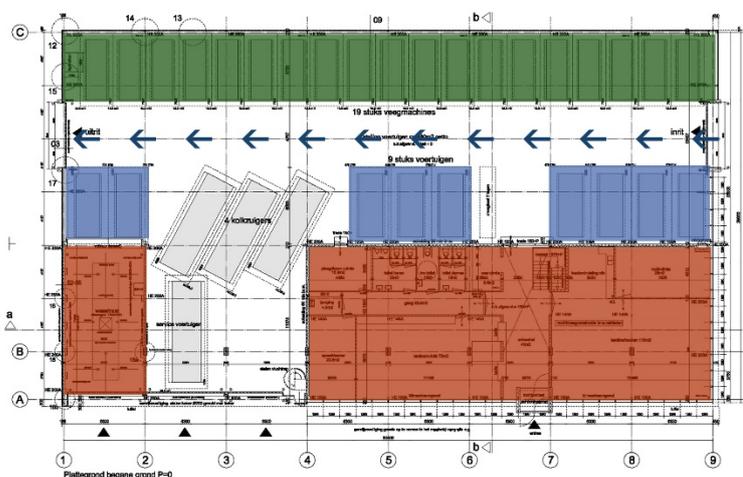
**Figura 46 – Placas metálicas**



Fonte: Archdaily, 2018.

A estrutura é metálica para proporcionar grandes vãos abertos. Assim sendo, a planta é livre, e nesse caso foi dividido o espaço em área de depósito e área com o programa de serviço, com vestiários, banheiros, refeitório e administração.

**Figura 47 – Primeiro pavimento**

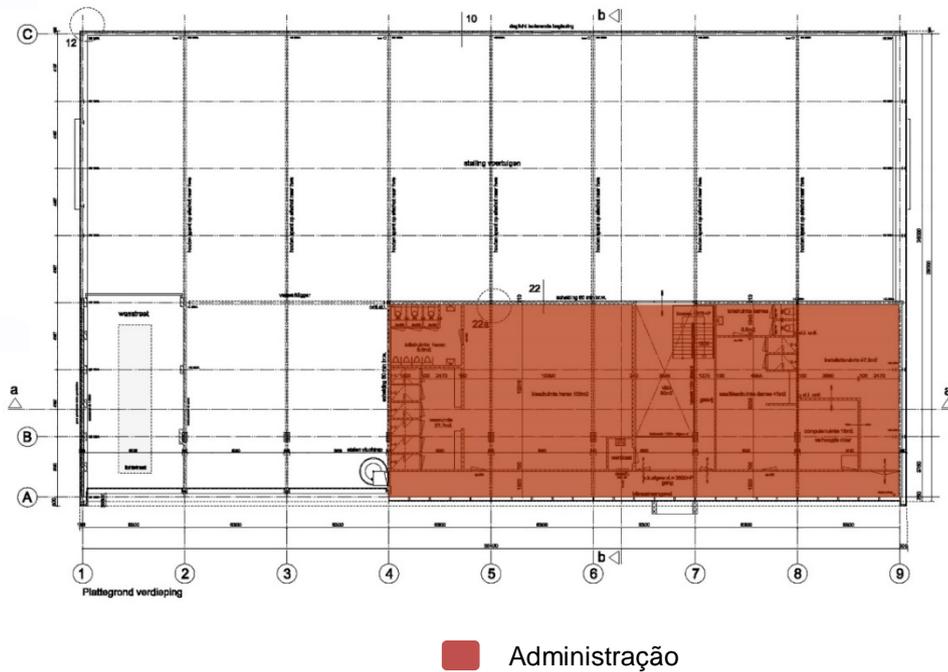


■ Administração    ■ Triagem    ■ Estocagem

Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

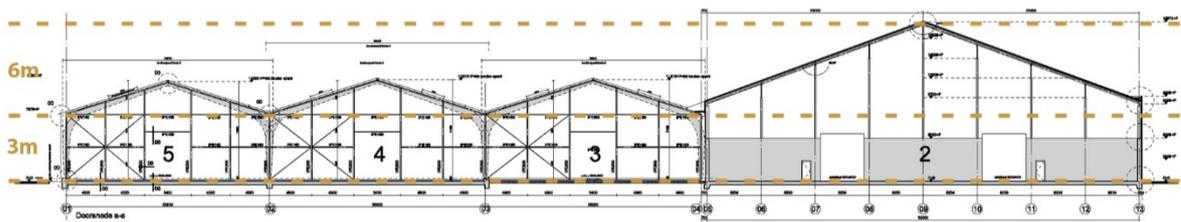
Percebe-se neste caso que a área circulação (Figura 47) fica entre a área de estocagem e triagem, devido ao programa tratar de reciclagem de materiais de construção civil.

**Figura 48 – Segundo pavimento**



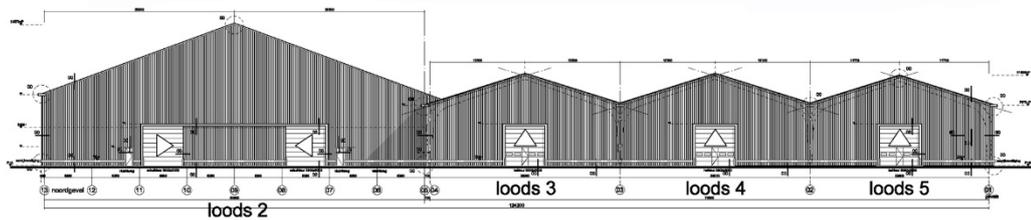
Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

**Figura 49 – Corte**



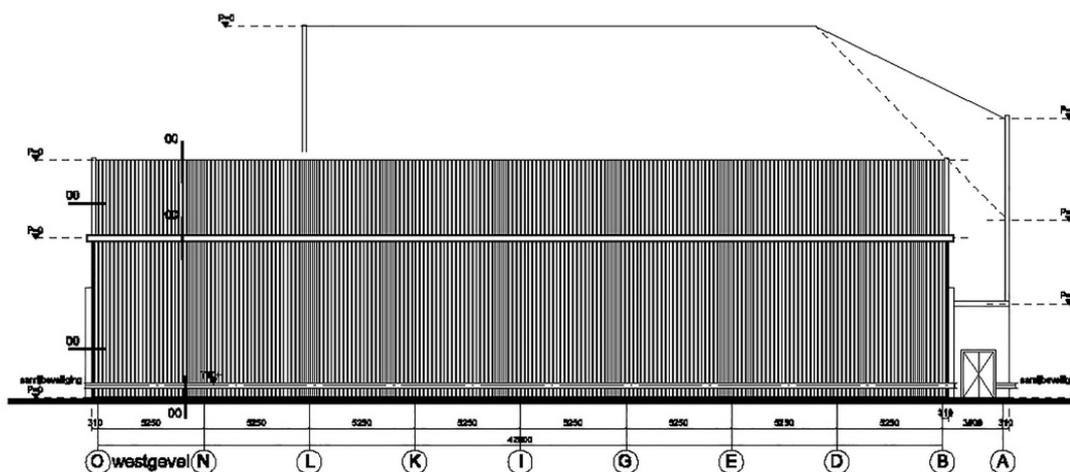
Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

**Figura 50 – Fachada**



Fonte: Archdaily, 2018.

Figura 51 – Fachada



Fonte: Archdaily, 2018.

Este projeto contribui com a forma da estrutura e a disposição possível pela planta livre. Ainda demonstra pontos de uma arquitetura responsável através da iluminação natural, amplamente explorada e no reaproveitamento de materiais para fazer a pavimentação.

Mais um detalhe relevante é a estrutura modular, que pode ser expansível de acordo com a necessidade.

### 5.1.3 Centro de reciclagem Sydhavns

Arquitetos: BIG

Localização: Copenhague, Dinamarca

Área: 1.500,00 m<sup>2</sup>

Ano: Projeto

Figura 52 – Depósito de coleta



Fonte: Archdaily, 2018.

Este projeto (ARCHDAILY, 2018d) não foi executado, é apenas uma proposta que o escritório BIG criou, buscando inovar na localização e adicionando funcionalidades de equipamento urbano a um centro de reciclagem.

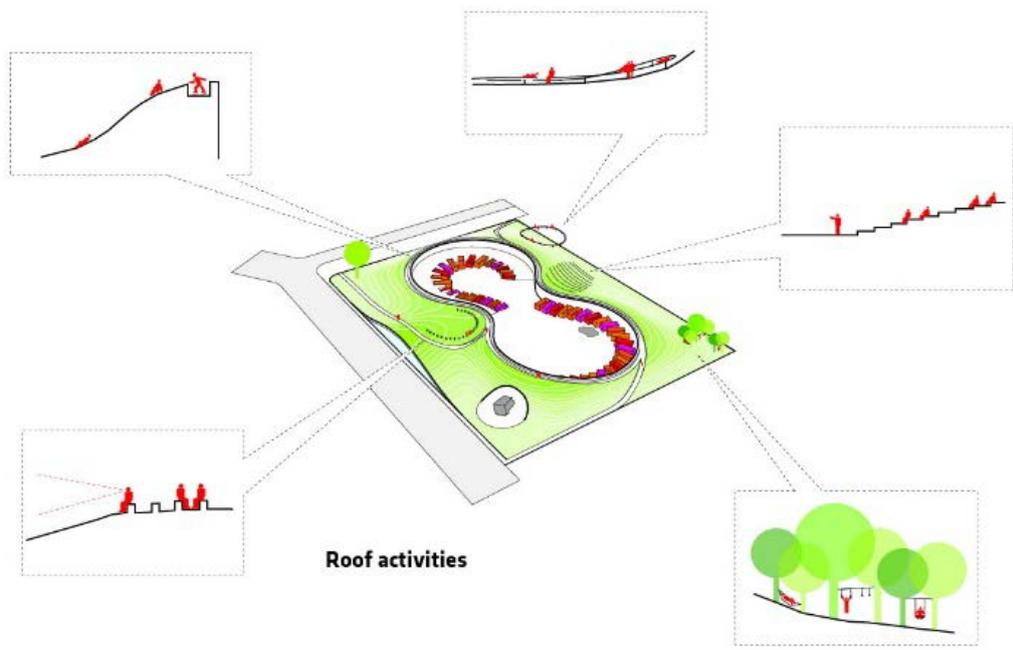
A premissa é que usualmente usinas de reciclagem são locadas em setores industriais das cidades, e neste caso, estão trazendo o centro de reciclagem para dentro da cidade. Valorizando o como uma praça e área para prática de esportes, *snowboard* e caminhada.

Figura 53 – Implantação



Fonte: Archdaily, 2018.

Figura 54 – Partido



Fonte: Archdaily, 2018.

**Figura 55 – Projeção de vista**

Fonte: Archdaily, 2018.

**Figura 56 – Projeção de vista no inverno**

Fonte: Archdaily, 2018.

Como referência análoga, ele trabalha com o sistema de circuito em desnível para efetuar o depósito dos resíduos em containers. E ainda aspira a ideia de transformar um ponto de coleta de resíduos em um ambiente que a população possa

utilizar com uma segunda função social. Cria-se um espaço de lazer no que seria a cobertura verde, que está sobre o centro de reciclagem.

## 5.2 PROJETOS REFERENCIAIS FORMAIS

Os projetos referenciais formais, buscam ilustrar alguns detalhes construtivos, materializações e configurações que poderiam abrigar o programa de um centro de reciclagem.

Os seguintes projetos possuem uma dinâmica mais industrial, pois assim conseguem ter uma planta livre e com maiores vãos, o que é ideal para a disposição e organização necessária para o funcionamento do tema de pesquisa.

### 5.2.1 Celeiro Barn 2.0

Arquitetos: UTArchitects

Localização: Berlim, Alemanha

Área: 1.000,00 m<sup>2</sup>

Ano: 2009

**Figura 57 – Fachada**

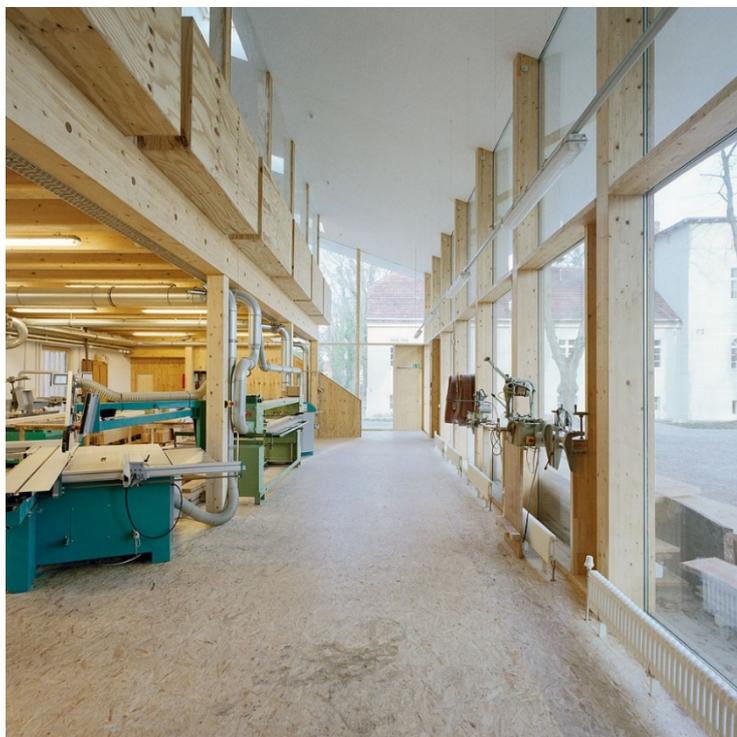


Fonte: Archdaily, 2018.

Este projeto trata-se de um centro de treinamento para marceneiros e restauradores (ARCHDAILY, 2018a). Possui a forma de um celeiro como base, mas traz elementos mais atuais, através de um recuo em duas fachadas que possibilita a formação de um beiral.

Essas duas fachadas são feitas em estruturas de madeira reaproveitada, de acordo com os arquitetos, e possui grandes vãos de vidro, trazendo iluminação natural para dentro da construção.

**Figura 58 – Estrutura**



Fonte: Archdaily, 2018.

As outras duas fachadas compartilham o mesmo revestimento do telhado, que são chapas metálicas. Ainda na cobertura, existem claraboias para a iluminação das mesas de trabalho, do mezanino.

A fachada posterior tem rasgos de vidro na vertical assim como brises para controlar a iluminação natural direta.

**Figura 59 – Corte**



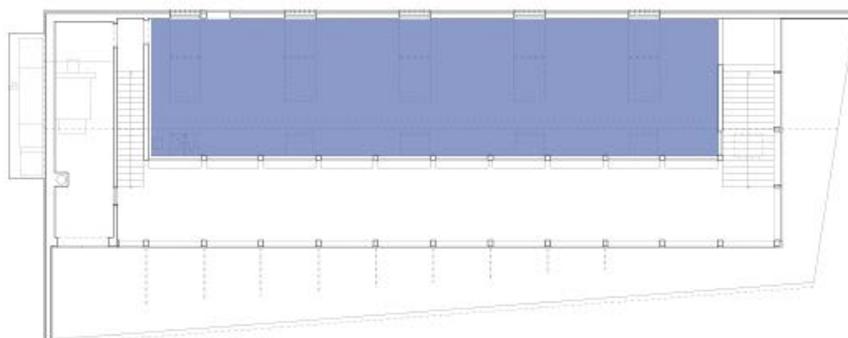
Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

**Figura 60 – Materialidade**

Fonte: Archdaily, 2018.

**Figura 61 – Claraboia**

Fonte: Archdaily, 2018.

**Figura 62 – Planta baixa**

■ Área de máquinas

Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

Este projeto traz boas referências de iluminação natural, além de materialidade e geometria da forma que se assemelham com a necessidade de um centro de reciclagem.

### 5.2.2 Centro Tecnológico Polonês Trumpf

Arquitetos: Barkow Leibinger

Localização: Warsaw, Polônia

Área: 3.200,00 m<sup>2</sup>

Ano: 2016

**Figura 63 – Fachada**

Fonte: Archdaily, 2018.

Com forma geométrica básica, nasce o projeto da Centro Tecnológico Trumpf (ARCHDAILY, 2018e) na Polônia. Que busca aproveitar ao máximo a iluminação com grande fachada de vidro protegida por brises horizontais metálicos.

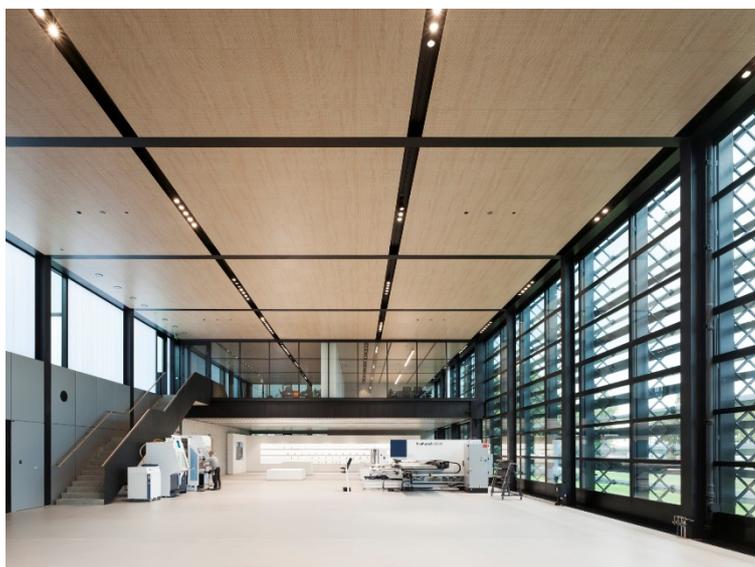
**Figura 64 – Corte**



Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

A estrutura de aço, possibilita grandes vãos e possui terraço jardim buscando conforto térmico.

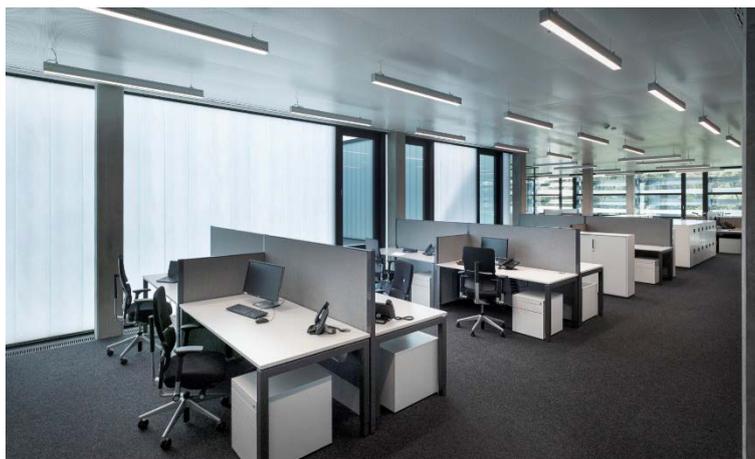
**Figura 65 – Estrutura**



Fonte: Archdaily, 2018.

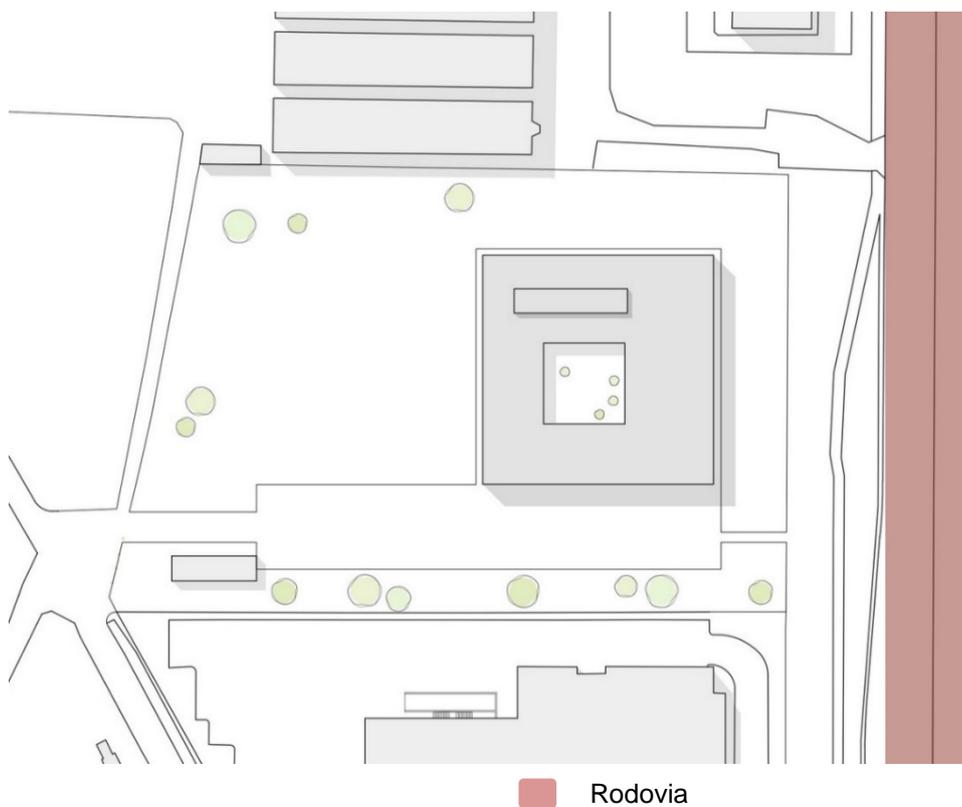
Outro ponto interessante é a utilização de um jardim central interno, como área social para os funcionários, além de novamente aproveitar dessa estratégia para ganhar mais luz natural através de janelas nessas quatro fachadas internas proporcionadas pelo jardim.

A maioria das divisórias internas são feitas através de vidro, leitosos quando necessita de privacidade e translúcidos nas salas coletivas.

**Figura 66 – Divisórias**

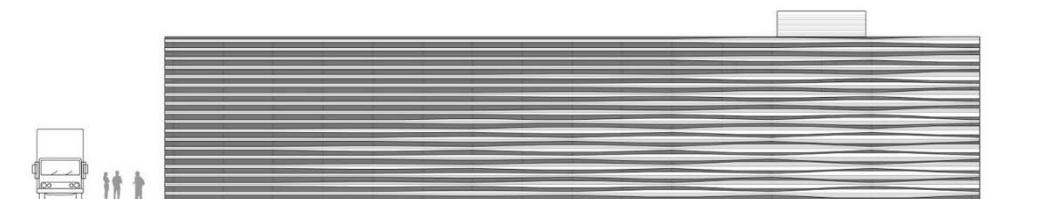
Fonte: Archdaily, 2018.

Sua localização fica de frente a rodovia, para facilitar o acesso de caminhões e a localização próxima ao aeroporto, segundo informação dos arquitetos.

**Figura 67– Implantação**

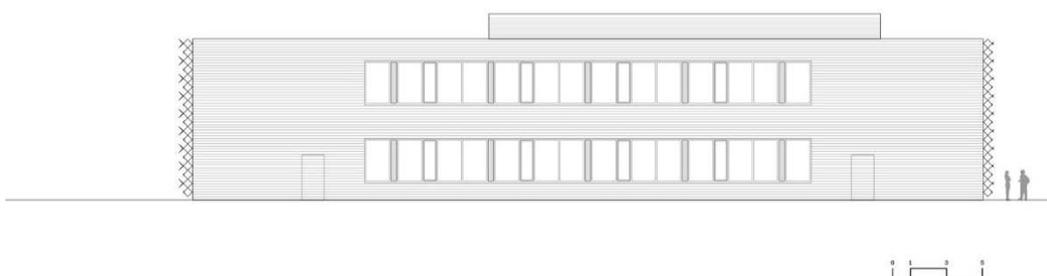
Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

**Figura 68 – Fachada brises**



Fonte: Archdaily, 2018.

**Figura 69 – Fachada janelas**



Fonte: Archdaily, 2018.

**Figura 70 – Planta baixa**



■ Administração   
 ■ Galpão   
 ■ Jardim interno

Fonte: Alterado pelo autor - Archdaily, 2018.

A planta baixa mostra a possibilidade grandes vãos através da estrutura metálica, que neste caso as divisórias só existem para cumprir o programa, não havendo necessidade de atuar como paredes estruturais.

Ainda pode se ver a disposição central do jardim interno, viabilizando a disposição de janelas para iluminação indireta no núcleo da edificação.

Possui ótimas referências formais e soluções racionais de utilização de iluminação e conforto térmico, além da materialidade e a possibilidade de expansão do pavilhão havendo necessidade.

### 5.3 CONCEITUAÇÃO

A intensão da presente pesquisa é de desenvolver um projetar pensado arquitetonicamente, para abrigar um centro de triagem e de educação ambiental, sobre um tema que permeia um setor de fragilidade social.

Através de busca por tecnologias menos agressivas ao meio ambiente e que consigam produzir toda a energia necessária para seu funcionamento. Investindo em energias limpas e renováveis, além de coleta e tratamento para os resíduos gerados na sua utilização.

### 5.4 TAMANHO E PORTE DO PROJETO

Considerando dados do último CENSU (2010), São Francisco de Paula possui 20.537 habitantes. Confrontando com dados da ABRELPE (2016), a quantidade de RSU –Resíduo Sólido Urbano produzido diariamente no município, é de 15,5 toneladas por dia.

Com o levantamento feito no estudo de caso em paralelo com bibliografia, pode-se prever que uma equipe de 40 funcionários seria o suficiente para executar a triagem diária do município.

### 5.5 PROGRAMA DE NECESSIDADES E PRÉ-DIMENSIONAMENTO

O programa de necessidades foi elaborado e dimensionado de acordo com o referencial bibliográfico e visita técnica.

Quadro 1 – Programa de necessidades

CENTRO DE TRIAGEM					
ADMINISTRAÇÃO					
AMBIENTE	QNT	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	CAPACIDADE (Pessoas)	FONTE
Estacionamento	1	12,00	72,00	5	Cód. Obras
Recepção	1	12,00	12,00	6	Neufert
Sanitários	2	6,00	12,00	6	Cód. Obras
Sala Administrativa	1	16,00	16,00	5	Neufert
Sala de Reunião	1	20,00	20,00	10	Neufert
Refeitório	1	240,00	240,00	60	Fuão
Vestiários	2	63,00	126,00	30	Fuão
Área total			<b>486,00</b>		
TRIAGEM					
AMBIENTE	QNT	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	CAPACIDADE (Pessoas)	FONTE
Área de Recebimento	1		100,00	1	Fuão
Área de Triagem	1		196,00	20	Fuão
Área de Prensagem	1		196,00	14	Fuão
Área de Armazenamento	1		196,00	5	Fuão
Área total			<b>688,00</b>		
CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL					
AMBIENTE	QNT	ÁREA	ÁREA TOTAL	CAPACIDADE	FONTE
Estacionamento	1	12,00	120,00	10	Cód. Obras
Recepção	1	12,00	12,00	6	Neufert
Sanitários	2	6,00	12,00	6	Cód. Obras
Sala Administrativa	1	16,00	16,00	5	Fuão
Salas de Aula	2	49,00	98,00	30	Cód. Obras
Salas de Oficina	2	49,00	98,00	30	Cód. Obras
Biblioteca	1	28,00	28,00	20	Fuão
Área total			<b>384,00</b>		
Área total do projeto			<b>1.558,00</b>		

Fonte: Autor, 2018.

## 5.6 NORMAS TÉCNICAS

Serão abrangidas as normas técnicas referentes ao tipo de uso do projeto pretendido, assim como a legislação vigente no município de São Francisco de Paula.

### 5.6.1 Código de Obras

De acordo com o código de obras, escolas e similares as salas de aula devem ter área mínima calculada à razão de 1,20m<sup>2</sup> por aluno, não podendo ser menor que 15,00m<sup>2</sup>.

O número de sanitários deverá ter proporções satisfatórias ao número de usuários, não podendo ser inferior a um conjunto para cada quinhentas pessoas e no mínimo um conjunto adequado aos portadores de necessidades especiais.

### 5.6.2 NBR 9077

A NBR 9077 diz respeito as saídas de emergência em edificações. O cálculo responsável por essa norma é: Numero de passagens = População da edificação / por capacidade de passagem.

Para executar o dimensionamento é necessário o lançamento de projeto, mas sabendo a natureza da função do projeto, já é possível definir que ele faz parte do grupo I-2, E-2 e F-8, classificação K, conforme as tabelas a seguir.

Figura 71 – Tabela 1

E	Educativa e cultura física	E-2	Escolas especiais	Escolas de artes e artesanatos, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros não incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapias e outros

Fonte: NBR 9077

Figura 72 – Tabela 1

I	Industrial, comercial de alto risco, atacadista e depósitos	I-2	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentam grande potencial de incêndio. Locais onde a carga combustível ultrapassa 50 kg/m <sup>2</sup> ou 1200 MJ/m <sup>2</sup> e que não se enquadram em I-3. Depósitos sem conteúdo específico	Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de grande risco de incêndio, tais como marcenarias, fábricas de caixas, de colchões, subestações, lavanderias a seco, estúdios de TV, impressoras, fábrica de doces, heliportos, oficinas de conserto de veículos e outros
---	---	-----	--	--

Fonte: NBR 9077

**Figura 73 – Tabela 1**

F	Locais de reunião de público	F-5	Locais para produção e apresentação de artes cênicas	Teatros em geral, cinemas, operas, auditorios de estúdios de rádio e televisão e outros
		F-6	Clubes sociais	Boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados
		F-7	Construções provisórias	Circos e assemelhados
		F-8	Locais para refeições	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e outros

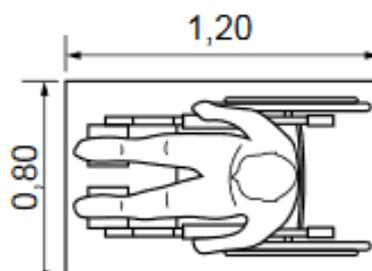
Fonte: NBR 9077

As demais informações para cálculo dependem de um lançamento de projeto pois dependem de áreas, implantação, cotas de nível e número de usuários.

### 5.6.3 NBR 9050/2015 Acessibilidade

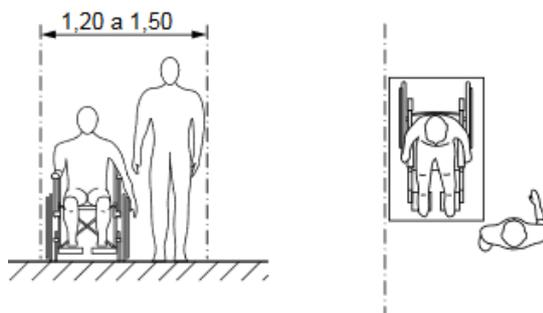
Abrange critérios para a acessibilidade nas edificações, mobilidade e dimensionamento para portadores de necessidades especiais.

Entre as dimensões necessárias para o deslocamento, a NBR 9050 determina o modulo de 1,20m x 0,80m.

**Figura 74 – Módulo de referência**

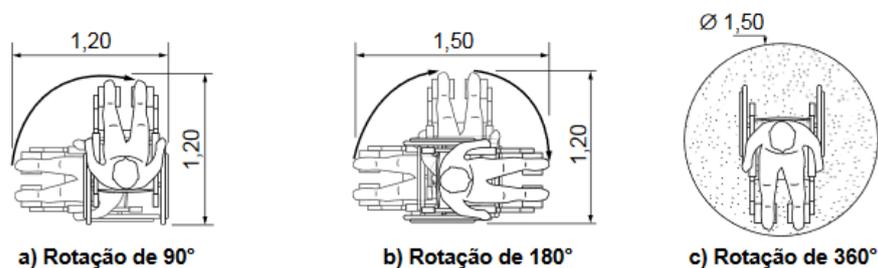
Fonte: NBR 9050, 2015.

Os corredores para possibilitar o deslocamento nos dois sentidos são de no mínimo 1,20m.

**Figura 75 – Pessoa em cadeira de roda**

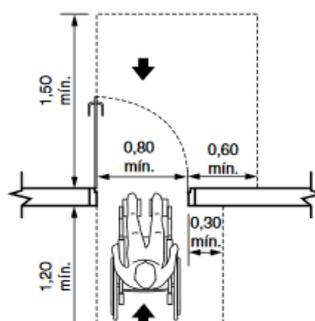
Fonte: NBR 9050, 2015.

A área necessária para uma rotação completa é de 1,50m de raio.

**Figura 76 – Área de rotação**

Fonte: NBR 9050, 2015.

Os vãos de portas devem ter no mínimo 0,80m com área para manobra livre dentro do ambiente.

**Figura 77 – Vão de porta****Figura 81 – Deslocamento frontal**

Fonte: NBR 9050, 2015.

#### 5.6.4 CONAMA Resolução nº 307/2002

A resolução do Conama, define que os resíduos devem ser triados de acordo com a sua classe, identificando e quantificando os resíduos. Configurando assim como deve ser a separação no processo de triagem.

O acondicionamento deve ter seu confinamento garantido que suas propriedades sejam mantidas até o momento do transporte para reciclagem. Obrigando que a estocagem esteja em ambiente fechado para ser vendido.

E o município deve ser responsabilizado pela Plano de Gerenciamento de Resíduos, garantindo que todos os processos sejam cumpridos e planejando melhorias.

#### 5.6.5 DAER Resolução nº 4.137/2001

O DAER é o órgão responsável pelas rodovias estaduais do Rio Grande do Sul, e a localização do terreno fica na rodovia RS-020. Portanto as leis que definem como deve ser a implantação do projeto segue as diretrizes do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem.

De acordo com o DAER, o projeto deve ter um recuo mínimo de 10 metros de distância da faixa de domínio, RS-020, conforme a tabela. Além de testada mínima de 40,00 metros e possuir zona de estacionamento fora da faixa de domínio.

Figura 78 – recuo mínimo das obras civis

LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO (m)	RODOVIA	INTERSEÇÕES
$L < 30 m$	10 m (*)	20 m
$30 m < L < 60 m$	10 m (*)	15 m
$L > 60 m$	10 m (*)	10 m (*)

- Na zona urbana este valor poderá ser reduzido para 4 m.
- No caso de loteamento, o recuo deverá ser, no mínimo, de 15,00 m independente da largura da faixa de domínio, conforme Lei Federal n.º 6766/79.
- Poderão ser estabelecidos recuos maiores do que os específicos em caso de previsão para duplicação da pista da rodovia ou áreas já urbanizadas ou urbanizáveis em futuro próximo.

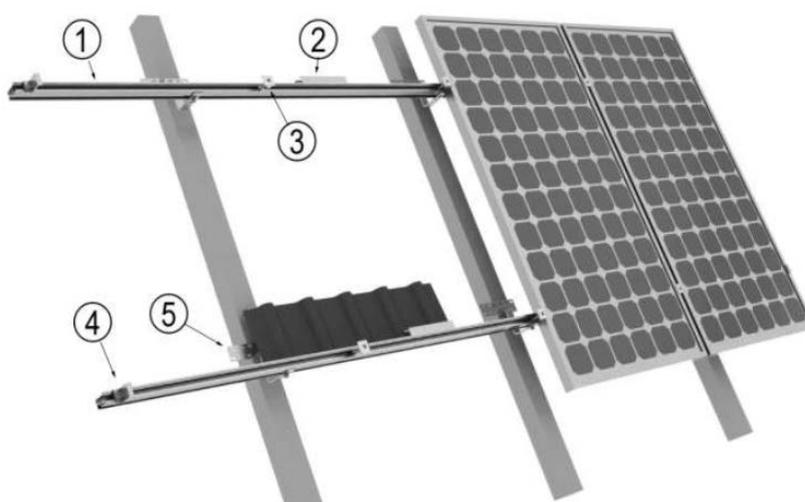
Fonte: DAER.

## 5.7 MATERIAIS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

### 5.7.1 Painel fotovoltaico

Painéis fotovoltaicos fazem a captação de energia solar, através de painéis solares, gerando energia limpa para a utilização da edificação. Diminuindo o impacto ambiental e os custos de utilizar a energia da rede elétrica.

**Figura 79 – Sistema de painel fotovoltaico**



*Figura 2 – Identificação das peças*

1. Trilho	2. Trilho de emenda
3. Grampo intermediário	4. Grampo "terminador"
5. Gancho de aço/alumínio - Hook	

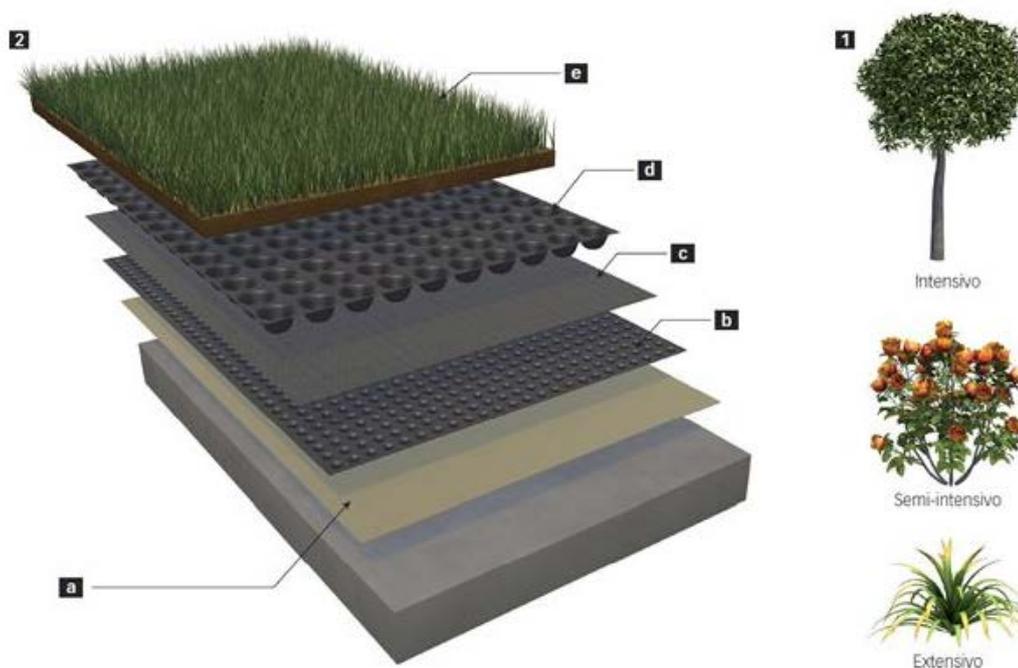
Fonte: PHB, 2015.

A instalação dos painéis solares fotovoltaicos, são dispostos nas coberturas para ter o máximo de contato com a incidência de luz solar, evitando assim projeções de sombras que reduzam a captação.

### 5.7.2 Telhado verde

Conforme Silva (2011), o telhado verde consiste no cultivo de plantas sobre lajes ou telhados impermeabilizados, fornecendo isolamento térmico, além de contribuir com a qualidade do ar.

Figura 80 – Camadas do telhado verde



Fonte: Silva, 2011.

1. Tipos de telhados, extensivo, intensivo e semi-intensivo; 2. Componentes: a. camada impermeabilizadora; b. camada drenante; c. camada filtrante; d. membrana de proteção; e. solo e vegetação.

### 5.7.3 Captação de água pluvial

O sistema de captação de água da chuva é ecológico por utilizar a água que é recebida através da chuva, filtrada e estocada, para ser utilizada depois, evitando desperdício dessa água e economizando no consumo, afirma Zanella (2015).

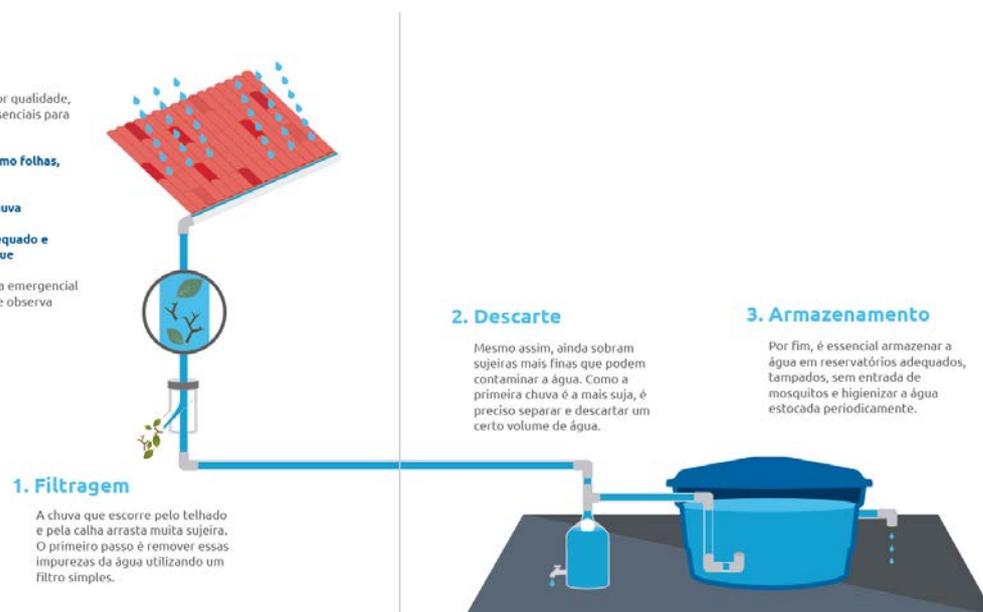
Figura 81 – Sistema de captação de água da chuva

### Como coletar

Para captar água de chuva de melhor qualidade, devemos tomar alguns cuidados essenciais para coletá-la e armazená-la:

1. Filtrar para remover sujeiras como folhas, insetos e outras partículas
2. Descartar a água de primeira chuva
3. Armazenar em reservatório adequado e protegido do mosquito da dengue

Veja ao lado um exemplo de sistema emergencial para captação de água de chuva que observa esses cuidados básicos.



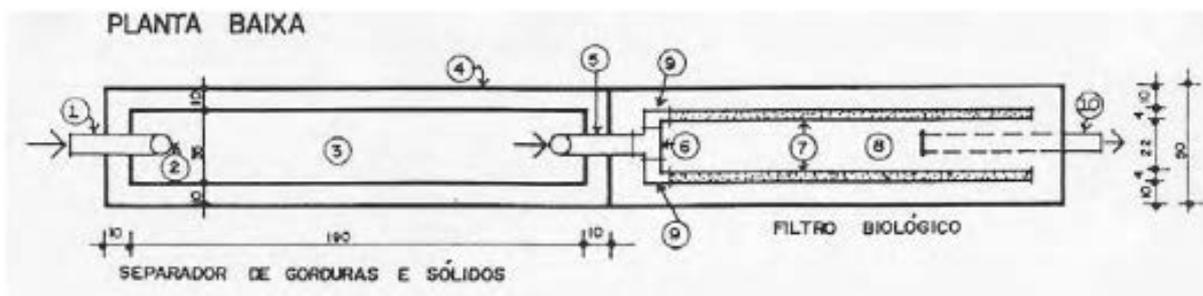
Fonte: Zanella, 2015.

Existem vários cálculos para dimensionamento de cisterna, de acordo com Cohin (2008), o que será utilizado é o método prático brasileiro, conhecido como método Azevedo Neto, que consiste na fórmula:  $V=0,042 \times P \times A \times T$ , onde  $V$  – Volume do reservatório;  $P$  – Precipitação média anual em mm;  $T$  – número de meses com pouca chuva;  $A$  – área de captação em  $m^2$ ;

### 5.7.4 Tratamento de esgoto sanitário (Ercole – SMSA)

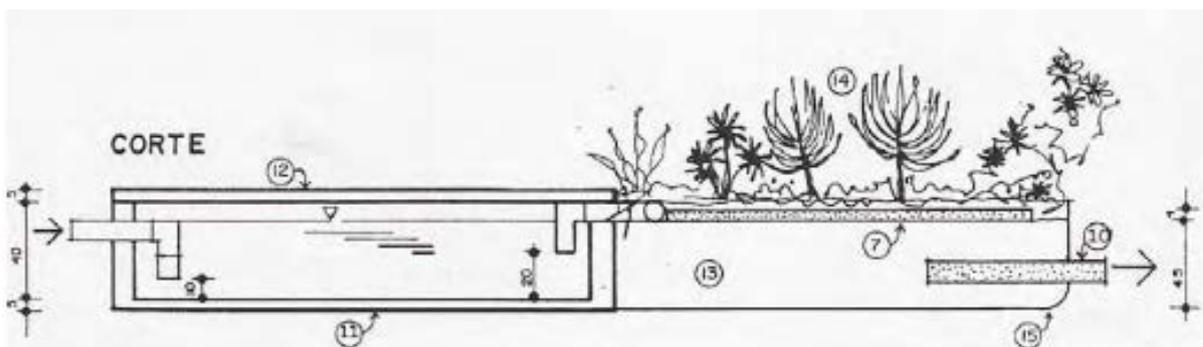
O sistema de gestão de águas residuais desenvolvido pelo engenheiro Luiz Augusto Ercole, visa de forma sustentável intervir no ciclo hidrológico através do tratamento de evapotranspiração e infiltração no solo.

Figura 82 –Planta baixa



Fonte: Ercole, 2003.

Figura 83 – Corte



Fonte: Ercole, 2003.

Funcionamento do sistema: 1. Tubo para entrada das águas cinzas; 2. Joelho; 3. Separador de gorduras e sólidos; 4. Paredes de tijolos; 5. Tubo de saída de água; 6. Tê para distribuição das águas; 7. Tubos perfurados sobre o solo; 8. Filtro biológico; 9. Joelhos; 10. Extravasor; 11. Fundo separador; 12. Cobertura do separador; 13. Solo orgânico; 14. Vegetação; 15. Lona plástica.

## 5.8 HIPÓTESE DE PARTIDO

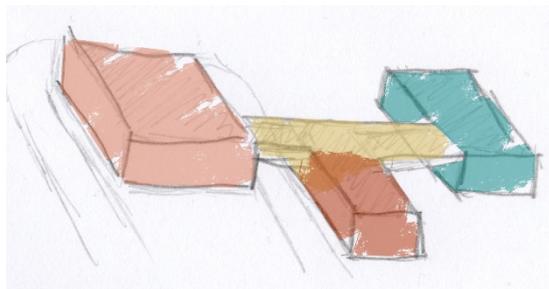
A hipótese de partido, considera o fluxo principal de chegada e saída de resíduos do galpão de triagem. Além da importância que esse fluxo tem, gera conflito com a segurança de um centro de educação, pois cria-se circulação de veículos dentro do lote.

Com a análise de Fuão (2015), aconselha-se como melhor solução, o afastamento do galpão de triagem de possíveis áreas de educação sócio educativas, para reduzir o risco de acidentes entre veículos e pedestres.

Para solucionar esse desafio, pensou-se na criação de dois núcleos para abrigar programas que tenham similaridade dentro do projeto. O primeiro núcleo abriga áreas administrativas e galpão de triagem, e o segundo dica responsável pelo centro de educação ambiental e refeitório.

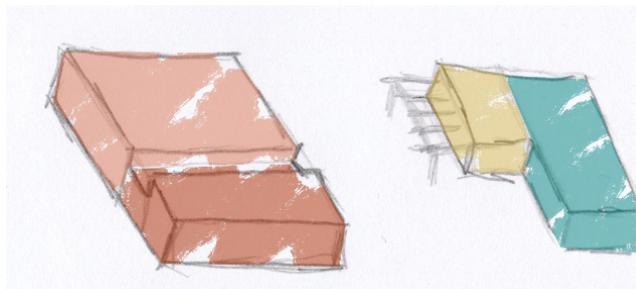
Lançou-se então disposições dos núcleos no terreno para avaliar qual seria a melhor estratégia de ocupação, chegando a dois modelos. O primeiro trabalha com uma administração central que se abre com acesso coberto entre o centro de triagem e o centro de educação ambiental (Figura 84). A outra proposta compacta a administração junto ao centro de triagem, criando um espaço jardim entre ele e o núcleo educativo junto ao refeitório (Figura 85).

Figura 84 – Estudo a



Fonte: Autor, 2018.

Figura 85 – Estudo b



Fonte: Autor, 2018.

Com a análise das propostas, definiu-se então a adoção da segunda proposta, pelas possibilidades que o desligamento entre os núcleos proporcionam. O núcleo de triagem desanexado proporciona futura expansão física em módulos, a medida que houver a necessidade pelo crescimento da população e dos resíduos gerados.

Figura 86 – Volumetria axonométrica



■ Administração    ■ Triagem    ■ Refeitório    ■ Educação Ambiental

Fonte: Autor, 2018.

Desta forma se tem uma hipótese de partido para auxiliar no início do lançamento do Trabalho Final de Graduação, onde deverá ser desenvolvido o Centro de Triagem com Centro de Educação Ambiental.

## CONCLUSÃO

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, pode-se constatar dificuldade em encontrar referenciais análogos com qualidade arquitetônico, mostrando que há muita carência de um pensamento projetual na elaboração de centros de triagem. Por vezes acabam sendo adaptados a antigas construções e os fluxos de trabalho tem que adaptar-se ao espaço.

Impossível ficar indiferente após tomar-se conhecimento da fragilidade do nosso sistema de consumo e extração de matéria prima, sabendo dos danos ao meio ambiente e a insustentabilidade que a produção sem reutilização gera.

Diante dos dados analisado e pensando em melhorar as condições de fragilidade social que permeiam o tema da reciclagem. A elaboração de um centro de triagem, projetado desde sua concepção, para de forma processual definir as etapas de produção, aliados com conceitos e estratégias de arquitetura ambientalmente responsável, tem-se um ótimo nicho para a arquitetura, buscando torna-se um modelo de construção com autossuficiência na produção da própria energia, formas passíveis de conforto ambiental e reduzir ao máximo o desperdício de recursos hídricos.

Através de revisão bibliográfica, pesquisa de campo e projetos referenciais, além de análises do lote de intervenção, assim como as leis que dizem respeito ao tema, tem-se material para a elaboração de um projeto arquitetônico que deverá ser desenvolvido como tema de Trabalho Final de Graduação, do curso de Arquitetura e Urbanismo.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brail 2016**. São Paulo 2017

AGOPYAN, Vahan. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Blucher, 2011

ARCHDAILY. 2018a – **Barn 2.0** / UTArchitects. 2009. Archdaily Estados Unidos da América. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/52572/barn-2-0-utarchitects>>. Acesso em: 21 mai. 2018

ARCHDAILY. 2018b – **Centro de Reciclagem Milieustraat** / Groosman. 2012. Archdaily Estados Unidos da América. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/771857/milieustraat-recycling-centre-groosman>>. Acesso em: 21 mai. 2018

ARCHDAILY. 2018c – **Centro de Reciclagem Smestad** / Longva arkitekter. 2015. Archdaily Peru. Disponível em: <<https://www.archdaily.pe/pe/786064/centro-de-reciclaje-smestad-longva-arkitekter>>. Acesso em: 21 mai. 2018

ARCHDAILY. 2018d – **Centro de Reciclagem Sydhavns** / BIG. 2015. Archdaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-de-reciclagem-como-um-equipamento-de-bairro>> Acesso em: 21 mai. 2018

ARCHDAILY. 2018e – **Centro Tecnológico Polônês Trumpf** / Barkow Leibinger. 2016. Archdaily Estados Unidos da América. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/795451/trumpf-poland-technology-center-barkow-leibinger>> Acesso em: 21 mai. 2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência a edificações, espaços, mobiliário e equipamentos urbanos, 2ed**. Rio de Janeiro, 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077: Saída de Emergência em Edifícios**. Rio de Janeiro, 2001

CALDERONI, Sabetai. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo: Humanitas Editora, 2003

COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. **Captação e aproveitamento de água de chuva**. Salvador, 2008

CONAMA. **Resolução nº 348/2004**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>> Acesso em: 15 abr. 2018

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DAER: Manual de Autorização para construção de acessos a rodovias estaduais e federais delegadas**. Porto Alegre, 2002

ERCOLE, Luiz Augusto dos Santos. **Sistema modular de gestão de água resíduárias domiciliares: uma opção mais sustentável para gestão de resíduos líquidos**. Porto Alegre, 2003

FUÃO, Fernando Freitas. **Manual construir e reformar um galpão de reciclagem**. Porto Alegre: Edição do Autor, 2015

GRIPPI, Sidney. **Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001

GUSMÃO, Suelene. **Brasil inicia processo para instalação de Logística Reversa**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/informma/item/7015-brasil-inicia-processo-para-instalacao-da-logistica-reversa>> Acesso em: 15 mai. 2018

IBGE, 2010 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Censu Demográfico 2010**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-francisco-de-paula/panorama>> Acesso em: 20 abr. 2018

MCLENNAN, Jason F. **The Philosophy of Sustainable Design: The Future of Architecture**. Kansas City: Ecotone Publishing, 2004

NEUFERT, Peter. **Arte de Projetar em Arquitetura**. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2004

PDDAI. **Plano Diretor de Desenvolvimento Ambiental Integrado**. Lei Municipal Nº 2392, de 14 de novembro de 2006, que institui o Plano Diretor Urbanístico do município de São Francisco de Paula

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, 2018. Disponível em: <<http://www.saofranciscodepaula.rs.gov.br/>>. Acesso em: 05 mai. 2018

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2013

ROGERS, Richards. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001

SAUVÉ, Lucie. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, n. 2, p. 317-322, maio/ago. 2005

SILVA, Neusa da Costa. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**. Belo Horizonte, 2011

ZANELLA, Luciano. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: São Paulo, 2015

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1:

Questionário aplicado durante a visitação do GIGA, Grupo Interno de Gerenciamento Ambiental, responsável pela triagem de todos os resíduos gerados nos campi 1 e 2 da Universidade Feevale.

**1. Como é feita a coleta dos resíduos?**

Os resíduos são recolhidos acumulados nos containers espalhados pelo campus, e duas vezes por dia um funcionário de carro faz o recolhimento e leva para o GIGA.

**2. A triagem abrange também o Campus I?**

Sim, é feito o recolhimento três vezes por semana no campus I.

**3. Quais os tipos de resíduos passam pela triagem do GIGA?**

Os materiais são separados entre: jornal, papel branco, papel misto, papelão, plástico colorido leitoso, plástico duro, plástico filme, PET cristal, PET colorida, alumínio, ferro, fio de cobre e vidro. Além disso, são depositados os materiais contaminados de laboratório, que são descartados a cada semestre e o lixo orgânico, que fica descartado de acordo com a coleta orgânica do município.

**4. Qual o procedimento quando há resíduos sólidos contaminados por resíduos orgânicos?**

Alguns materiais conseguem ser reaproveitados, mas a maioria é descartada como lixo orgânico. O número maior de material perdido são os copos de café que possuem tinta no rótulo, o pigmento dessa tinta anula o processo de reciclagem dos copos.

**5. Qual a quantidade média de resíduos coletados diariamente?**

É variável, o controle é feito semanal. As médias semanais são: jornal 9,5kg, papel branco 150kg, papel misto 100kg, papelão 230kg, plástico leitoso 2kg, plástico duro 50kg, plástico filme 15kg, PET cristal 22kg, PET colorida 3kg, alumínio 10kg, ferro 12kg, vidro 25kg.

**6. Quanto tempo os resíduos permanecem armazenados após a triagem?**

Os resíduos ficam armazenados uma semana. Toda a quinta-feira é pesado e revendido para as usinas de reciclagem.

**7. Para onde vão os resíduos após armazenagem?**

Uma empresa de reciclagem compra os resíduos que passaram pela triagem para fazer a reciclagem de cada material