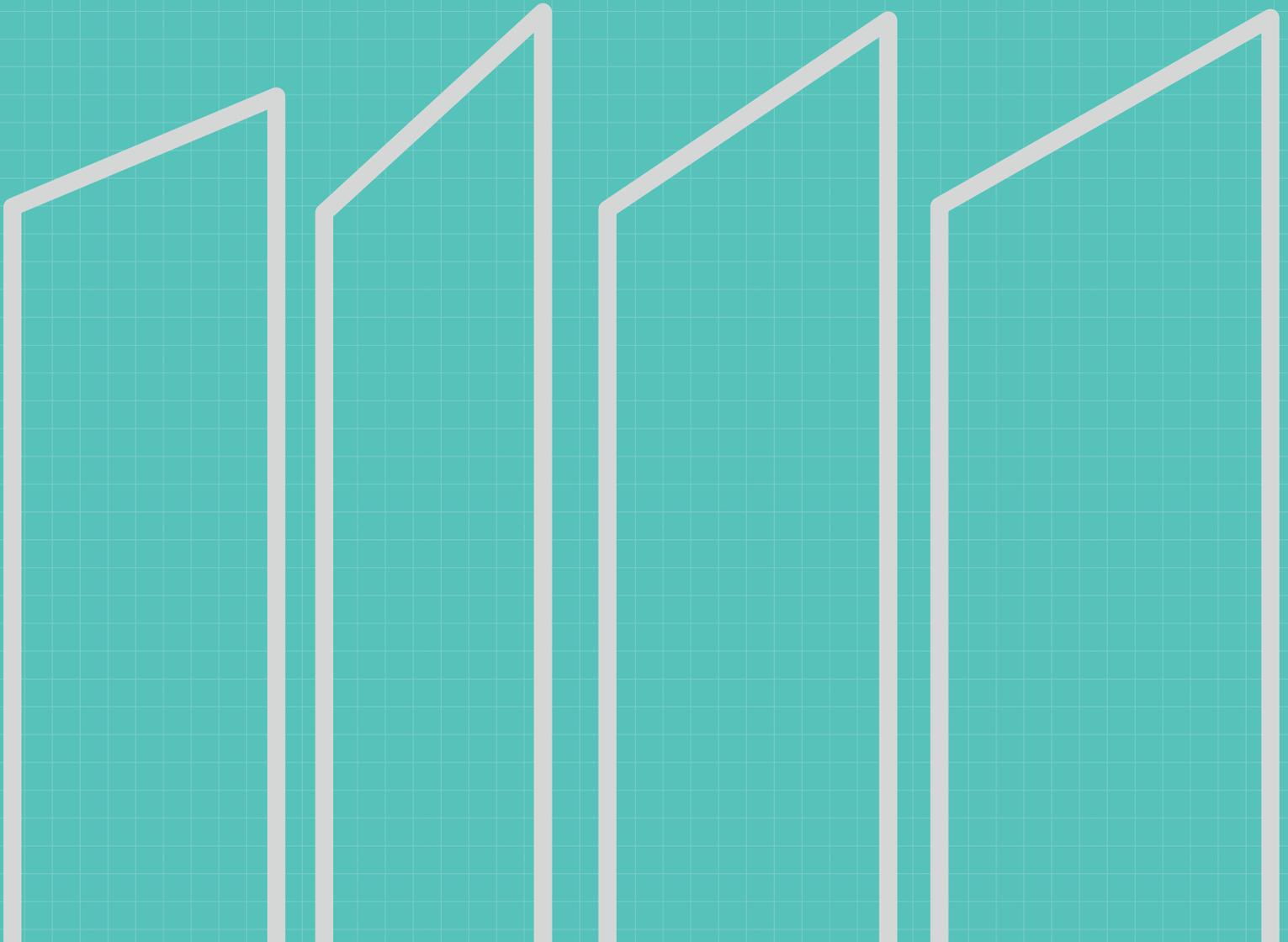


# RECICLO

FÁBRICA ESCOLA DE RECICLAGEM





UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO  
**TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO**

# RECICLO

**FÁBRICA ESCOLA DE RECICLAGEM**

**NAYANNE GUERRA CASTRO**

*ORIENTADO POR:*  
PROFESSOR DOUTOR ROMEU DUARTE JUNIOR

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca do Departamento de Arquitetura

- 
- C35r Castro, Nyanne Guerra  
Reciclo: fábrica-escola de reciclagem no Centro de Fortaleza-CE / Nyanne Guerra Castro. – 2016.  
155 p. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Arquitetura, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Fortaleza, 2016.  
Orientação: Prof. Dr. Romeu Duarte Júnior
1. Arquitetura - Projetos e plantas - Centro (Fortaleza, CE). 2. Educação ambiental - Projetos e plantas - Centro (Fortaleza, CE). 3. Resíduos sólidos - Gerenciamento - Projetos e plantas - Centro (Fortaleza, CE). 4. Resíduos sólidos - Reaproveitamento - Projetos e plantas - Centro (Fortaleza, CE) I. Título.

NAYANNE GUERRA CASTRO

# RECICLO

FÁBRICA ESCOLA DE RECICLAGEM

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Romeu Duarte Jr.  
ORIENTADOR  
DAU-UFC

---

Prof. Dr. Ricardo Fernandes  
CONVIDADO  
DAU-UFC

---

Águeda Muniz  
Secretária Municipal de Urbanismo e  
Meio Ambiente de Fortaleza  
CONVIDADA

Fortaleza, 17 de Fevereiro de 2016.



## AGRADECIMENTOS

Às pessoas cuja existência são fundamentais na minha vida: minha mãe Rosângela, por ser meu referencial de pessoa 'de bem' nesse mundo, por seu amor gratuito, carinho e cuidado de sempre. Ao meu pai Marcus, por ser meu referencial de fé e gratidão à Deus. À minha irmã, Nathalie, pela nossa cumplicidade e admiração mútua, pela troca de conhecimentos e por todo o estímulo para a realização deste trabalho. Ao meu irmão Marcus, pela companhia nas madrugadas de projeto. Ao meu cunhado, Eliezer, pelas críticas construtivas e encorajamento. À pequena Gabriela, por deixar meus dias mais alegres e felizes.

Aos meus amigos de vida, de colégio, de faculdade e de trabalho, por serem minha válvula de escape em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Romeu Duarte, por ter me acolhido como orientanda antes mesmo de eu me decidir por isso, se mostrando, desde o primeiro momento, profundamente interessado pelo tema abordado nesse trabalho. Pelas conversas, sugestões, ideias e orientações oferecidas.

À Secretária de Urbanismo e Meio Am-

biente, Águeda Muniz, por aceitar de prontidão participar da banca, mesmo com sua agenda intensa.

Ao Prof. Ricardo Fernandes, por seu zelo em relação ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFC, por se mostrar sempre disposto a ajudar.

À todos os meus professores do DAU-UFC, pelos valiosos ensinamentos oferecidos durante esses anos e pelo amor à profissão.

Às minhas 22 'mãos', por terem se disponibilizado a contribuir, cada um de uma forma, para a finalização desse material: minhas companheiras de início e de conclusão de curso Bárbara, Camila, Luana e Yuka; amizades que se revelaram ao longo dos meus 7 anos de graduação - Amanda, Bia Gama, Isabela e Victor; amizades que fiz durante o estágio no escritório Nasser Hissa - Carla e Fabiana; e a amiga que está sempre disposta a ajudar, embora não seja da arquitetura - Bia Adjafre.

**[0]**  
**apresentação**

**[1]**  
**resíduos sólidos  
urbanos**

**[2]**  
**a problemática  
dos resíduos  
sólidos urbanos  
no brasil**

**[3]**  
**resíduos sólidos  
em fortaleza**

11 apresentação do  
tema

11 justificativa

12 objetivos

15 cidades, urbanização,  
consumo e resíduos  
sólidos

17 desenvolvimento  
sustentável x sociedade  
do consumo

19 geração de resíduos e  
as mudanças ambien-  
tais globais

22 a gestão dos resíduos  
sólidos no mundo

31 panorama geral

40 política nacional de  
resíduos sólidos

44 resíduos sólidos:  
definição e classificação

47 alternativas de  
tratamento e  
disposição final

53 contextualização

55 coleta seletiva

56 legislação  
municipal - pmgirs

59 profissionais da  
catação

61 parceiros e progra-  
mas de inclusão  
social

62 canais de  
comunicação

## [4]

### estudo de casos

- 65 sunset park
- 68 centro de reciclagem sydhavns
- 70 central de triagem carolina maria de jesus

## [5]

### proposta de plano de gerenciamento de resíduos do centro

- 76 macrolocalização
- 78 características gerais
- 80 resíduos sólidos no centro de fortaleza
- 82 plano de coleta

## [6]

### o projeto reciclo

- 89 definição e caracterização do terreno
- 100 programa de necessidades
- 104 partido arquitetônico
- 108 memorial projeto
- 133 galpão de triagem
- 139 soluções estruturais e detalhes

## [7]

### considerações finais

- 147 considerações finais

## [.]

### bibliografia

- 149 bibliografia
- 152 lista de figuras



## [0] INTRODUÇÃO

### **Tema e Título**

O projeto RECICLO - Fábrica Escola de Reciclagem - foi pensado como um equipamento urbano multidisciplinar voltado à triagem e reciclagem, que se apóia em três vertentes básicas: Industrial, Educacional e Cultural/Criativa. Trata-se de um ecoponto de reciclagem e gestão de resíduos sólidos e um centro de ensino, pesquisa e suporte à reciclagem, com espaços para oficinas criativas que estimulam novos hábitos nesse sentido.

Através de um levantamento de dados a nível nacional, regional, estadual e municipal, foi possível desenvolver um material de pesquisa que contextualiza o problema dos resíduos sólidos urbanos (RSU) na nossa cidade. A escolha do lugar de intervenção foi em função da quantidade de RSU produzidos em cada bairro. O Centro de Fortaleza recebe um enorme fluxo de pessoas diariamente e, por conta da demanda de comércios e serviços que ali acontecem, o bairro produz um total de 40 t/dia. Um bairro de muita demanda e 'visibilidade' por parte da população que para ali se desloca todos os dias seria um bom lugar para começar a propagar novos - e bons - hábitos. Além disso, é preciso desmitificar a idéia de que o lixo é coisa para se "jogar fora", longe dos limites da cidade, tendo em vista todas as potencialidades econômicas, sociais e ambientais ligadas às suas atividades.

### **Justificativa**

A ideia de desenvolver um projeto que venha minimizar os efeitos da produção excessiva e diversificada de resíduos sólidos surgiu de uma inquietação pessoal relacionada à maneira como os gestores das nossas cidades e, principalmente, habitantes que nelas vivem, lidam, de maneira geral, com o problema do lixo.

O rápido processo de urbanização e desenvolvimento das cidades, o crescimento populacional, as mudanças tecnológicas e da melhoria das condições socioeconômicas do nosso país estimulam, cada vez mais, o consumo e, conseqüentemente, os resíduos por este gerados. Os impactos negativos tornam a gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos uma questão que traz reflexões e ações em níveis socioambiental, econômico e de saúde pública. Além disso, implicam em mudanças dos padrões existentes de produção e consumo da sociedade e implantação de um modelo de gerenciamento integrado, economicamente sustentável, socialmente justo e ambientalmente eficiente.

Do ponto de vista econômico e ambiental, a coleta seletiva e a reciclagem são ações que promovem a sustentabilidade por reduzirem os impactos nos ecossistemas, na economia no uso de recursos naturais, por reduzirem significativamente o desgaste, a contaminação dos solos e a queima de resíduos. Além disso, pode-se destacar os benefícios associados ao processo produtivo, economia de matérias primas, energia e recursos naturais e a redução de gases que promovem o aquecimento global. Na esfera social, promovem melhoria das condições de vida, por meio da geração de emprego e renda, através de trabalho formal ou informal. No campo da saúde das cidades, observa-se a melhoria na qualidade de limpeza urbana, a diminuição da exposição à riscos causados por enchentes, redução de doenças e da vulnerabilidade da população (BENSEN, p21).

## **Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo a elaboração de uma proposta de um equipamento multifuncional voltado para a reciclagem e suas questões específicas, situado no Centro de Fortaleza-CE. A proposição também envolve a elaboração de um plano de coleta seletiva para o bairro onde o projeto será implantado, possibilitando a otimização do equipamento e melhoria da qualidade dos resíduos recebidos.

O trabalho permitirá a exploração de todo o conhecimento arquitetônico obtido durante a graduação e intercâmbio no exterior, bem como experiências externas ao campo acadêmico.

## Objetivos Específicos

Compreender os motivos que levam ao aumento do consumo e consequente geração de resíduos sólidos em Fortaleza, e os problemas relacionados à má gestão dos mesmos.

Analisar os modelos de equipamentos dessa natureza que estão sendo construídos e, a partir daí, propor um programa de necessidades compatível às operações de coleta e triagem de resíduos sólidos, e atividades educacionais e culturais propostas.

Elaborar um Plano de Coleta de Resíduos para o bairro onde o equipamento será implantado.

Estimular a população a aderir novos hábitos ambientalmente corretos de consumo e reciclagem por meio de oficinas criativas, incitando o desenvolvimento de um olhar crítico em relação ao lixo urbano.

Fomentar benefícios sociais para a classe dos profissionais da catção, como a geração de emprego e renda, capacitação e inclusão socioeconômica dos profissinais e agentes envolvidos;

Propor um projeto arquitetônico que possa ser inserido nos contextos citados, buscando atender princípios como: sustentabilidade, acessibilidade, conforto ambiental e urbanidade.



# [1] RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

## 1.1 | Cidades, Urbanização, Consumo e Resíduos Sólidos

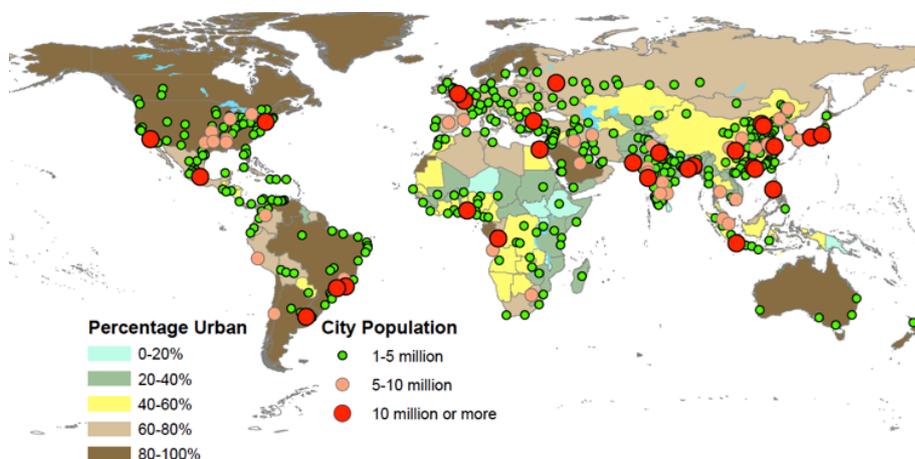
A questão ambiental tem, cada vez mais, ganhado espaço nas discussões em todos os setores da sociedade. No que diz respeito a essa temática, um dos tópicos de grande destaque refere-se às mudanças ambientais globais, sejam elas em esferas locais, nacionais, regionais ou continentais. As discussões incluem também os impactos gerados, como as mudanças na temperatura e nos regimes de precipitações.

Embora esses desafios atinjam todos os lugares sem distinções, eles podem ter efeitos bem mais profundos em áreas urbanas, sendo estas também contribuintes de mudanças por meio do consumo de recursos, uso da terra e da produção de resíduos.

As questões demográficas, embora não sejam determinantes, exercem influência direta e contribuinte sobre a equação população/ crescimento das cidades/ aumento do consumo/ resíduos urbanos (HOGAN, 2007, p.14). Hoje, mais da metade da população mundial vive em zonas urbanas, passando de 746 milhões em 1950 para 3,9 bilhões em 2014 (Relatório Perspectivas da Urbanização Mundial, ONU, 2014). Estima-se ainda que a população urbana chegará a 4,9 bilhões até 2030, sendo que a maior parte desse crescimento acontecerá nos países em desenvolvimento (SEIDEL, 2010, p.2).

No Brasil, a população urbana chega a quase 84,95%, de um total de aproximadamente 203,4 milhões de habitantes (Pnad 2014 – IBGE) considerando regiões metropolitanas e/ou subúrbios.

O crescimento das cidades – e da população – traz consigo inúmeros problemas em escalas social, econômica e ambiental. Nos países em desenvolvimento, o crescimento da população concentrada em zonas



◀ 01. Mapa dos países em porcentagem urbana e das cidades mais populosas do mundo em 2014. Fonte : Relatório de Perspectivas da Urbanização Mundial da ONU

urbanas significa desafios atuais e futuros em diversas áreas, visando atender à nova demanda populacional : moradia, infraestrutura, transporte, energia, educação, saúde etc. Além disso, a falta de atenção à infra-estrutura ambiental, somada ao rápido crescimento das cidades, contribui para aumentar cada vez mais os problemas ambientais, mesmo que estes sejam sentidos a médio e longo prazo.

Em contrapartida, um bom gerenciamento das cidades pode oferecer oportunidades de desenvolvimento econômico e de racionalização aos serviços básicos, incluindo serviços de saúde e de educação, para um grande número de pessoas. Uma urbanização sustentável para um local densamente povoado é normalmente mais viável economicamente e menos prejudicial para o ambiente do que fornecer algo semelhante a nível de serviços (transporte, saúde e educação) para uma população rural dispersa. (HOGAN, 1993, p.16)

O problema do crescimento das cidades vai muito além da esfera geopolítica. Essa imensa urbanização não planejada, somada à falta de informação sobre o consumo, poderá causar um aumento exponencial no volume de recursos consumidos e de poluição gerada. Em Cidades para um pequeno planeta (2001), ROGERS diz que "o futuro da civilização será determinado pelas cidades e dentro das cidades. (...) elas consomem três quartos de toda a energia do mundo e causam pelo menos três quartos da poluição global".

Na mesma linha de pensamento, HAMMES (2004, p 37) acrescenta que "as previsões apontam que a população mundial vai dobrar nos próximos 50 anos e a quantidade de lixo vai quintuplicar, se forem mantidos os padrões atuais de consumo".

## 1.2 | Desenvolvimento Sustentável x Sociedade do Consumo

A definição mais aceita para o termo “Desenvolvimento Sustentável” surgiu, dentre outros eventos importantes, durante as conferências das Nações Unidas (1972 e 1992), a partir da necessidade de harmonizar dois objetivos: o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. A Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento o definiu então como o “desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as próprias necessidades”. O relatório Brundtland, Nosso Futuro Comum seria o documento mais representativo dessa interpretação. (HOGAN, 1993, p.3)

Dentro de uma perspectiva latino-americana, é importante destacar a necessidade de um desenvolvimento que distribua os benefícios do progresso econômico de forma mais igualitária, elevando-se os níveis nos padrões de vida da população pobre em países em desenvolvimento. Pois “o indivíduo marginalizado pela sociedade e pela economia nacional não tem nenhum compromisso de evitar a degradação ambiental, uma vez que a sociedade não impede sua degradação como ser humano.” (HOGAN, 1993, Apud ECLAC, 1991, p. 17)

O desenvolvimento sustentável requer uma cultura democrática, onde os indivíduos possam participar cada vez mais das decisões que afetam suas vidas. A preservação dos recursos naturais será aprimorada por meio de maior participação da população, na medida em que esta se sente parte do meio em que vive.

“Neste contexto, a atenção dada a uma maior justiça social adquire um significado duplo : é importante por si só, como um valor social básico, e promove uma comunidade de interesses necessária para a definição das prioridades da sociedade.” (HOGAN, 1993, p.5)

De toda forma, a elevação dos padrões de vida da população traz, como consequência, o aumento do consumo de materiais e recursos naturais. Esse aumento vem, na maioria das vezes, sem nenhuma preocupação com o descarte.

Por sua vez, o aumento do consumo, como é de se esperar, propicia o aumento da geração de resíduos. Via de regra, quanto maior o poder

aquisitivo da população, maior o consumo de materiais e matéria-prima. Nos países desenvolvidos, a proporção de consumo por habitante é enorme. Entretanto, em alguns desses países, como nos países da União Europeia (UE), Japão e nos EUA, já foram implantadas alternativas para reciclagem e transformação de resíduos em outros recursos, como energia. Dessa forma, os impactos gerados por conta do consumo da população são amenizados.

A produção de lixo é inevitável e inexorável. Todos os processos geram resíduos, desde o mais elementar processo de metabolismo de uma célula até o mais complexo processo de produção industrial. Por outro lado, a lata de lixo não é um desintegrador de matéria. A humanidade vive em ciclos de desenvolvimento e neste momento estamos vivendo um ápice do desperdício e irresponsabilidade na extração dos recursos naturais esgotáveis (GONÇALVES. 2003, p.19).

O desafio do desenvolvimento sustentável impõe-se a todos: consumir de forma consciente implica poupar os recursos naturais, conter o desperdício, mitigar a geração, reutilizar e reciclar a maior quantidade possível de resíduos.

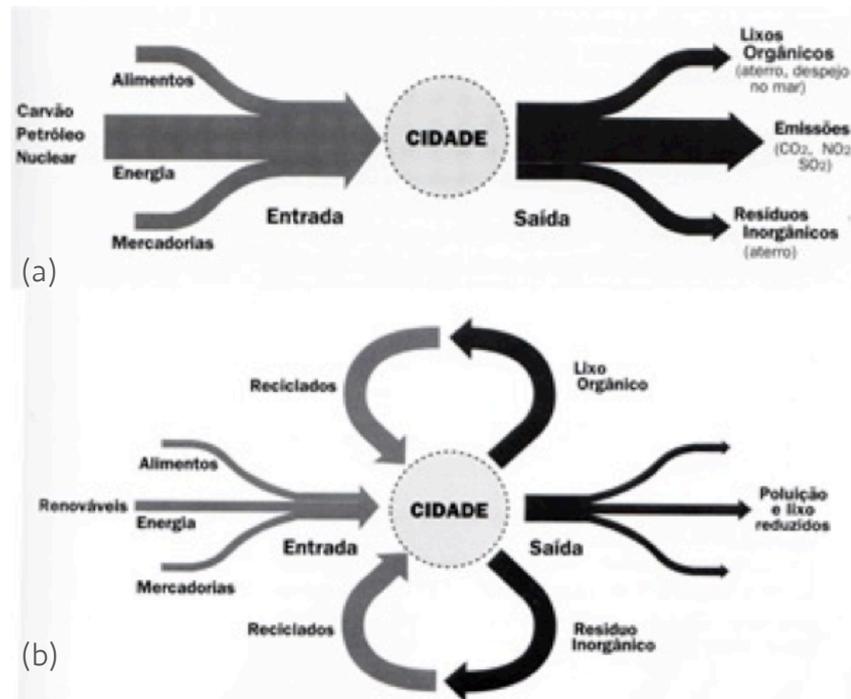
Rogers, ainda em *Cidades para um pequena planeta*, também aponta que a solução para a explosão de consumo e suas consequências está na busca por um “metabolismo” circular nas cidades, onde o consumo é reduzido pela implementação de medidas que visem a maximização da reutilização dos recursos.

“Devemos reciclar materiais, reduzir o lixo, conservar os recursos não-renováveis e insistir no consumo de renováveis. Uma vez que grande parte da poluição e do consumo ocorre nas cidades, os atuais processos lineares de produção, causadores de poluição, devem ser substituídos por aqueles que objetivem um sistema circular de uso e reutilização.”<sup>1</sup>

---

**1** ROGERS, Richard. *Cidades para um pequeno planeta* (2001).

- 02. Esquema de cidades com metabolismo linear (a) consomem e poluem em alto grau; e cidades com metabolismo circular (b) minimizam novas entradas de energia e maximizam a reciclagem. Fonte: Cidades para pessoas, ROGERS, Richard. 2001.



As operações para a redução dos impactos ambientais resultantes de questões urbanas devem ser executadas por meio de políticas públicas imediatas. Dentre essas diversas ações que devem ser tomadas, uma que requer atenção redobrada é a do gerenciamento dos resíduos sólidos nas cidades. Os resíduos de uma sociedade são o reflexo de seus padrões de produção e consumo, e o seu descarte inadequado causa um dos principais impactos ambientais que ameaçam a sustentabilidade global dentro da categoria de poluição. Os outros impactos ambientais seriam a água, alimentação, energia, biodiversidade, ligados mais diretamente à exploração dos recursos naturais. A causa raiz de todos esses impactos é o grande aumento do consumo (SAWYER, 2011, p.2).

### 1.3 | A geração de resíduos e as mudanças ambientais globais

Segundo relatório do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, 2013), o planeta já esquentou 0,8°C desde o começo do século XX e, embora os efeitos sejam sentidos de forma mais acentuada pela natureza, os estudos indicam que os impactos sobre a humanidade serão cada vez maiores. "As provas científicas do (...) aquecimento global são reforçadas ano após ano, deixando poucas dúvidas sobre suas graves consequências" (Pachauri, Rajendra. IPCC, 2013).

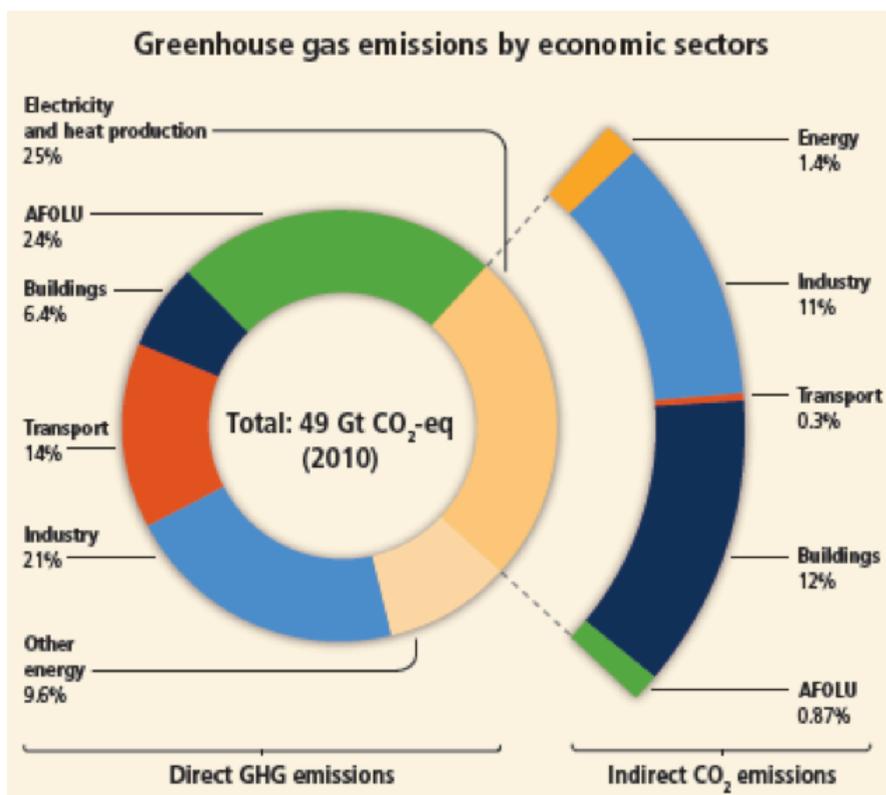
As previsões do mesmo relatório indicam um aumento de até 2°C na temperatura da superfície da terra nos próximos 20 a 30 anos. Além disso, essas mudanças climáticas de temperatura estarão contribuindo para o aumento do volume dos mares e oceanos, e para a ocorrência de eventos como enchentes e ondas de calor. Os estudos também indicam uma maior demanda por alimentos, acentuada pelo aumento da população e pelas perdas de mais de 25% nas colheitas de milho, arroz e trigo até 2050.

O aquecimento global, gerado, sobretudo, pelo aumento na emissão de gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, é uma das grandes mudanças ambientais que já vêm acontecendo no mundo. As principais atividades humanas que geram emissões de GEE são: geração de energia pela queima de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural), desmatamento e produção de cimento, uso de fertilizantes nitrogenados, decomposição anaeróbica de matéria orgânica em aterros sanitários e na pecuária, e processos industriais, que produzem emissões de perfluorocarbonos, hidrofluorocarbonos e hexafluoreto de enxofre.

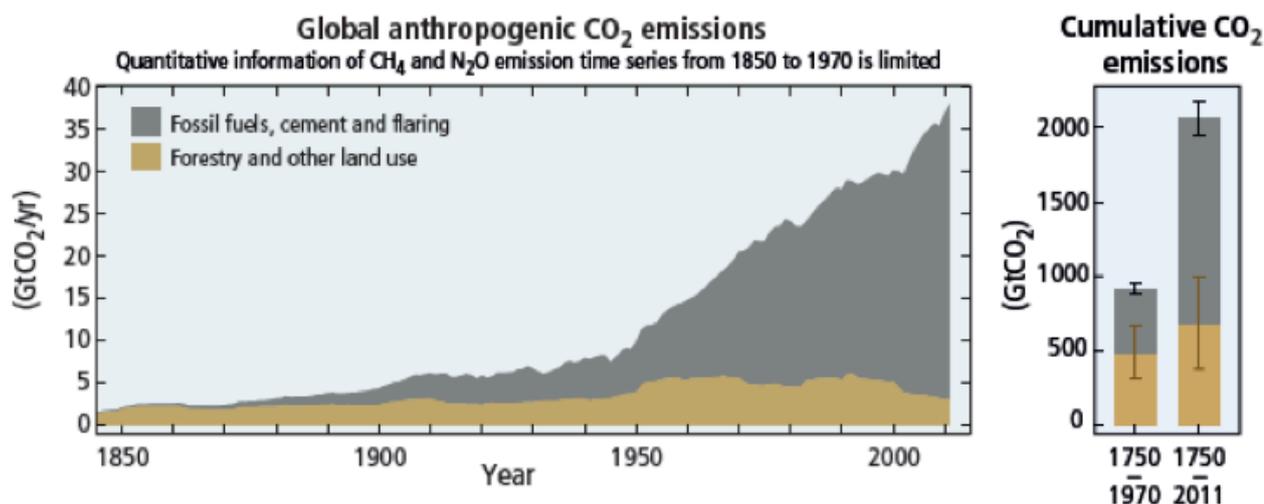
O gráfico ao lado mostra a emissão direta de GEE vindos de diferentes setores da economia, bem como a emissão indireta desses gases por meio da produção de energia. A disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários entra nesses dados como parte das emissões de AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use).

Podemos concluir, portanto, que a geração crescente de resíduos sólidos contribui - direta e indiretamente - para o aumento dessas emissões. Isto é, uma grande demanda de consumo induz a maior demanda de produtos industrializados que, por sua vez, produzem mais descarte.

▼ 03. Gráfico de emissões de GEE produzidos pelo homem provenientes de diferentes setores da economia em 2010. Fonte: IPCC, 2013.



O gráfico a seguir mostra que a maior quantidade de emissões de CO<sup>2</sup> na atmosfera aconteceu durante os últimos 50 anos.



A disposição dos resíduos sólidos em aterros sanitários promove, além da liberação de chorume e do mau cheiro, a liberação de gases, entre eles, o metano. O gás metano possui um potencial de aquecimento global (Global Warming Potential – GWP) 21 vezes maior que o dióxido de carbono. Por ser um constituinte do biogás e aparecer em maior quantidade, sua liberação na atmosfera gera uma considerável contribuição para o aumento do efeito estufa, sendo responsável por 25% do aquecimento global. A qualidade e quantidade de emissão desses gases variam de acordo com a capacidade, a composição e tipo de resíduos, com a decomposição biológica, condições ambientais e operação dos aterros<sup>2</sup>.

Em países desenvolvidos, as emissões de gás metano já estão quase estabilizadas devido aos processos de recuperação do gás, à diminuição de material enviado aos aterros sanitários, à diminuição na geração de resíduos como resultado das atividades de gerenciamento de resíduos locais incluindo a reciclagem, às condições econômicas e às iniciativas políticas. Todavia, nos países subdesenvolvidos, devido ao rápido desenvolvimento, crescimento da população e à urbanização desenfreada, a liberação desses gases continua crescente, tornando a questão preocupante. (SEIDEL, 2010, p.3 Apud BOGNER, 2007)

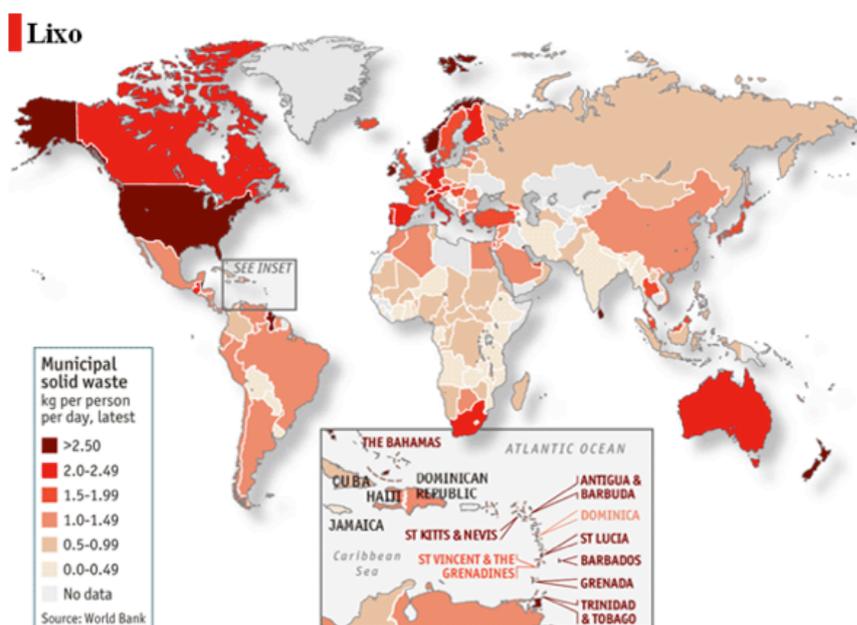
▲ 04. Gráfico de emissões de CO<sup>2</sup> produzidas pelo homem. Fonte: IPCC, 2013.

2 BRITO, Luíz Fernandes de. Estudo de gases em aterros de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 2005.

## 1.4 | A Gestão de Resíduos Sólidos no mundo

O total mundial de resíduos sólidos produzidos da população urbana global é de 1,3 bilhões de toneladas por ano, ou 1,2kg por dia para cada habitante das cidades<sup>3</sup>. Cerca de metade são produzidos apenas nos países da OCSE (Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, que inclui 34 países). As previsões para 2015 são preocupantes, podendo chegar num total estimado de 2,2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, sendo somente a China responsável por 1,4 bilhões de toneladas (até 2013 era em torno de 520 milhões de toneladas).

O mapa a seguir mostra os países que mais geram resíduos urbanos diariamente por habitante. Os Estados Unidos, Noruega e Nova Zelândia, onde os padrões de vida são altíssimos, lideram os números, seguidos de outros países desenvolvidos na Europa, além do Canadá e da Austrália.



Todavia, a maioria dos países desenvolvidos já vem lidando com o assunto com bastante seriedade, investindo em políticas de gerenciamento de resíduos que visam à redução dos danos ambientais por eles

**3** What a Waste : A Global Review os Solid Waste Management. Disponível: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTURBANDEVELOPMENT/0,,contentMDK:23172887~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:337178,00.html>. Acesso em 12.01.16.

**05.** Gráfico dos Resíduos Sólidos Urbanos produzidos diariamente por habitante. Fonte: <http://www.portalresiduossolidos.com/quem-produz-mais-lixo-no-mundo/> Acesso em: 12.01.16.

causados. Segundo relatório da Agência Europeia do Ambiente (2013), a taxa de reciclagem dos países que compõem a UE teve um aumento de 21% entre 2001 e 2010. Hoje, mais de 35% de todo o lixo urbano é reciclado e ainda gera receita: a gestão de resíduos na UE já rende 1% do PIB do bloco, empregando 2 milhões de pessoas, gerando uma receita de 145 bilhões de euros por ano. A meta ambiciosa é que até 2020, todos os países do bloco atinjam uma taxa de 50% de reciclagem.

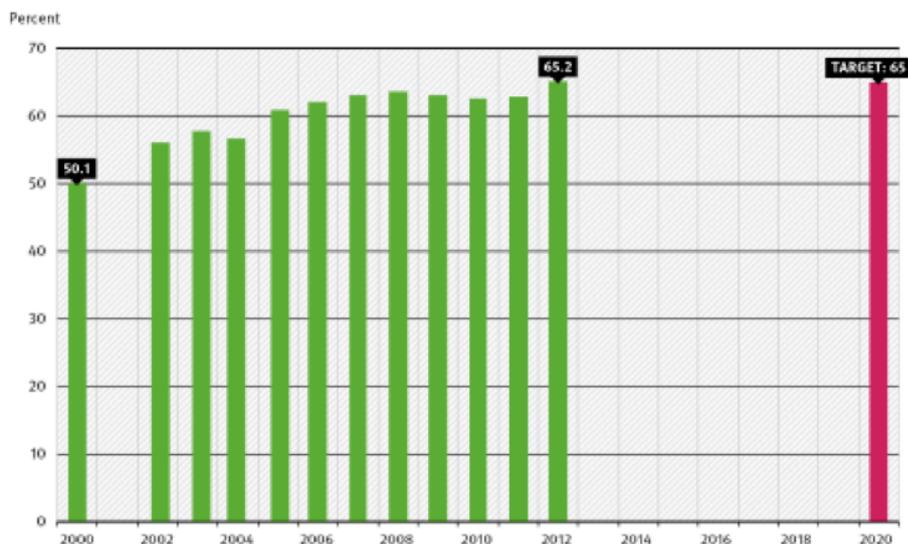
A recuperação do biogás do aterro para geração de energia é técnica adotada há alguns anos nos EUA e Europa. O objetivo da sua adoção no 1º Mundo é muito mais ambiental – redução das emissões de gases do efeito estufa (o biogás é composto por cerca de 50% de metano) – do que propriamente econômico – geração de energia.

Na república federativa da Alemanha, como em todos os Estados Membros da UE, as diretivas europeias são transpostas nas legislações nacionais. Os governos regionais germânicos são obrigados a apresentar um “Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos”, que será avaliado pelo órgão federal. A destinação final dos resíduos é de total responsabilidade do município a que pertencem que, muitas vezes, recorre a consórcios para atender as demandas solicitadas. Cada município é ainda obrigado a apresentar, a cada 5 anos, os dados sobre a previsão da geração de resíduos sólidos urbanos, as diretrizes para sua reciclagem, reaproveitamento e tratamento.

O primeiro ato sobre disposição de resíduos foi lançado em 1972 e obrigou as municipalidades a implementarem formas corretas de disposição dos mesmos. Na década de 80, foram aprovadas legislações sobre a reciclagem e compostagem e, na década seguinte, a eficiência e as emissões provocadas por incineradores e embalagens ganharam pauta na legislação. (PINHO, 2011, p.86)

A quantidade de resíduos sólidos produzidos anualmente vem declinando desde 2000. Dados da Federal Environmental Agency (2015) revelam que em 2012, 79% dos resíduos sólidos urbanos foram recuperados, sendo 70% destes através da reciclagem. Os outros 9% foram transformados em energia. Desde 2005, os resíduos sólidos urbanos devem ser pré-tratados antes de serem eliminados. Isso resultou em uma queda drástica na disposição de resíduos em aterros sanitários de 27,1% em 2000 para 0,2% em 2012. A meta é que, até 2020, não seja necessária a disposição de resíduos nesses lugares, uma vez que estes resíduos deverão ser evitados ou adequadamente tratados. Essa

mesma medida de pré-tratamento dos resíduos fez reduzir também a emissão de gás metano, proveniente dos aterros sanitários, caindo de 23 milhões, em 2000, para 15 milhões de toneladas equivalentes de Dióxido de Carbono, em 2012.



◀ **06.** Gráfico da porcentagem de resíduos urbanos tratados e reciclados em relação ao total de resíduos gerados. Fonte: Federal Environmental Agency, 2015.

Como os resíduos são originados de matéria prima e produtos, a prevenção de sua existência pode contribuir significativamente para a redução dos problemas por eles gerados. Por isso, em 2013 foi criado o Programa de Prevenção de Resíduos (German Government's Waste Prevention Programme), que ajuda a proteger o meio ambiente e a saúde humana por meio do incentivo à redução da produção de resíduos – consequentemente reduzindo os impactos causados da geração e do gerenciamento dos mesmos<sup>4</sup>.

A política possui três objetivos específicos :

1. Reduzir a quantidade de resíduos sólidos;
2. Reduzir os impactos gerados pela produção desses resíduos;
3. Reduzir o teor de substâncias perigosas presentes nos materiais e produtos.

Tendo em vista que a iniciativa viria complementar todas as outras medidas – e programas – que visam à redução dos impactos causados pe-

<sup>4</sup> Umwelt Bundesamt, 2015. Disponível: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/waste-resources/waste-management/waste-prevention>. Acesso em: 12.10.16

los resíduos sólidos urbanos, o Waste Management Act (KrWG) serviu de base para a elaboração de um programa semelhante de prevenção de resíduos para a UE, que entrou em vigor em dezembro do mesmo ano.

O interesse pela importância na redução da geração de resíduos trouxe à tona vários projetos e iniciativas sobre esse sujeito, culminando na Semana Europeia de Redução de Lixo (European Week for Waste Reduction – EWWR) que teve sua segunda edição em novembro de 2014. Representantes de municípios, companhias, e grupos ambientais foram convidados para apresentar ao público suas ideias e atividades referentes ao tema.

Por ser um território de tamanho limitado, populoso e de poucos recursos naturais, o Japão teve, desde sempre, uma maior diligência na gestão dos seus resíduos urbanos. A primeira lei japonesa sobre lixo entrou em vigor 1º de abril de 1900, quando o foco ainda era a saúde pública. A preocupação com o meio ambiente só veio no início da década de 90, quando começou a se formar o atual sistema legal de gestão de resíduos<sup>5</sup>.

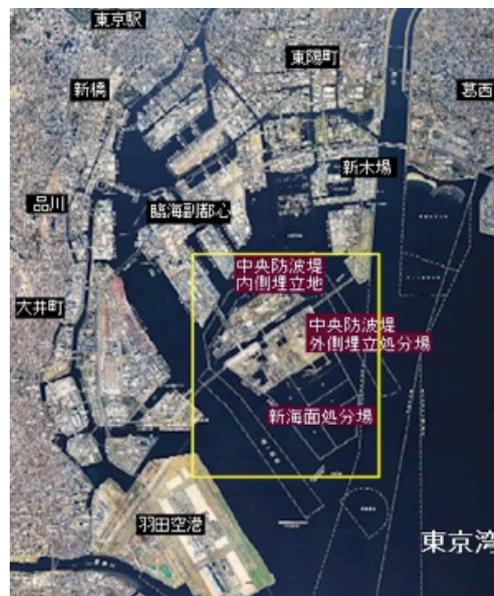
Em 2010, 77% dos materiais plásticos foram reciclados. A reutilização de garrafas PET chega a até 72% (até 1995 não passava de 3%) e a de latas está em torno de 88%<sup>6</sup>. Com uma população de 128 milhões de pessoas e pouco espaço para aterros, principalmente nas metrópoles como Tóquio, o país incinera 80% do lixo que produz. A crescente preocupação com a qualidade do ar e do meio ambiente, desde os anos 90, tem feito os japoneses investirem também em métodos de reciclagem menos poluentes para diminuir a emissão de gases tóxicos que saem das centrais de incineração.

A estrutura do sistema de gestão de resíduos é piramidal. Cada município possui seu regulamento quanto ao descarte, obedecendo a uma lei geral que outorga os princípios da gestão de resíduos. A ideia é dar tratamento diferenciado para cada tipo de lixo, considerando suas particularidades.

---

5 Disponível: <http://revistageracaosustentavel.blogspot.com.br/2010/06/gestao-de-residuos-o-exemplo-do-japao.html> Acesso em 12.01.2016.

6 Disponível: <http://oglobo.globo.com/rio/o-exemplo-do-japao-lixo-um-problema-de-cada-cidadao-4346886>. Acesso em 12.01.16



Todo o sistema se apoia em três pilares: (SUFRAMA, 2010)

- 1. Divisão de Responsabilidades:** consumidores, indústria, comércio e o poder público têm individualmente seus papéis definidos em lei, e respondem pelo seu descumprimento. A indústria de eletrodomésticos e eletrônicos é obrigada a reciclar seus produtos, uma vez descartados pelo consumidor.
- 2. Jogar o lixo fora custa dinheiro.** O próprio consumidor arcará com os custos de transporte e reciclagem do eletrodoméstico que jogar fora, por exemplo. Quanto menos lixo, menos custos adicionais.
- 3. Implementação gradual.** Os novos hábitos – e leis – admitem um prazo para que as empresas e consumidores se adaptem às novas regras.

Segundo a legislação japonesa vigente, todo e qualquer produto de natureza industrial é considerado "resíduo industrial", e a geradora é responsável por tratá-los, sob controle dos Estados (Províncias). Os outros resíduos sólidos são denominados "resíduos domésticos" (urbanos) e as Prefeituras são responsáveis por sua gestão e pela contratação de serviços de disposição final desses resíduos.

Com a noção de responsabilidade compartilhada, a própria população realiza um esforço coletivo no sentido de separar, reduzir, reciclar e des-

◀ **07. Imagens aéreas do aterro sanitário na Baía de Tóquio, Japão.** Fonte: Administração de Resíduos Industriais do Japão. SUFRAMA, 2010.

▼ **08. Imagem de uma Estação de Metrô em Yokohama, Japão.** Fonte: Claudia Sarmento/ O Globo.

cartar adequadamente os resíduos sob sua responsabilidade. Além disso, a população também é responsável pela cobrança do cumprimento das leis, fiscalização de atividades fabris, e da “boa vontade” na hora de pagar pelo transporte de resíduos especiais. Em espaços públicos, como estações de metrô, por exemplo, é quase impossível encontrar lixeiras de lixo, e mesmo assim são impecavelmente limpas. Os moradores guardam seu lixo para ser separado e descartado adequadamente nas suas próprias casas.

Da mesma maneira, as indústrias geradoras também têm boas condutas nesse sentido, buscando tratamento dos próprios resíduos e a redução das emissões dos seus processos produtivos por meio, principalmente, de reciclagens. As indústrias devem obedecer as seguintes orientações, segundo a Lei Geral relativa à disseminação dos 3R's :

1. Reduzir a geração de subprodutos na manufatura e reutilizar produtos/materiais como matéria-prima em outros processos produtivos ;
2. Adotar medidas visando a Emissão Zero ;
3. Promover coleta e fazer reciclagem de produtos usados.

Em Tóquio, o Plano de Gerenciamento de Resíduos do Governo Metropolitano (GMT) hoje busca uma sociedade cada vez mais orientada para a reciclagem. O Plano tem objetivos para que a metrópole chegue ao descarte zero para os resíduos plásticos, poupando assim os aterros. Os objetivos são: a redução na geração e promoção da reciclagem ; a redução dos riscos ambientais referentes ao tratamento desses resíduo;



e a promoção do desenvolvimento pleno do mercado de tratamento e reciclagem de resíduos.

Buscando o Descarte Zero, atualmente 23 bairros de Tóquio derretem a maior parte das cinzas de incineração e as transforma em escória (resíduo silicoso proveniente da fusão de certos materiais), sendo usada como eco-cimento na construção civil e em benfeitorias públicas.



Em Taiwan, outro país asiático, a diminuição dos resíduos encaminhados para aterros tem sido possível graças às inovações nos sistemas de gestão de RSU, através de campanhas educativas monitoradas de forma competente. Pay-As-You-Throw (pague conforme você lança), Reciclando Resíduos da Cozinha, restrição do uso de sacolas de plástico, Poluidor Pagador e Fundo para Reciclagem são alguns programas que vêm ajudando a mitigar os problemas de poluição ambiental provenientes dos lixões no país (PINHO, 2011). Este último, somente em 2005, por meio da taxação de produtos importados, rendeu um montante de US\$ 200 milhões que pôde ser usado para subsidiar a coleta, o transporte e os sistemas de tratamento de RSU, prioritariamente a reciclagem. Estes recursos também são destinados à premiações e divulgação de melhores práticas, pesquisas e desenvolvimento, e capacitação dos governos locais na gestão de resíduos.

Na ilha, os governos locais e empresas prestadoras de serviços são diretamente assessorados pela agência ambiental taiwanesa no sentido de fortalecer a capacidade institucional destes e viabilizar o desenvolvimento de novas tecnologias para reciclagem. Isso contribuiu para fortalecer a cooperação com os autores envolvidos, com pesquisas para

- ▲ 09. **Imagens de bancos e blocos intertravados feitos a partir das cinzas de incineração (eco-cimento).** Fonte: Administração de Resíduos Industriais do Japão. SUFRAMA, 2010.

compreensão dos motivos do apoio do público em geral e a busca por uma maior contribuição de outros setores da administração pública na gestão de RSU.

Estudiosos no tema revelam que a utilização de propaganda e campanhas educacionais para ampliar as taxas de adesão aos programas têm ajudado a diminuir a quantidade de resíduos gerados e lançados nos aterros. Somam-se a isso, a aplicação de multas e fiscalização por parte do poder público e a inclusão de ações em diversas instituições públicas, como as escolar, hospitalar e militares. Da mesma forma, grandes lojas de departamento, supermercados, lojas de comida e bebida foram incluídos num segundo momento para, finalmente, serem lançadas no âmbito habitacional e pequenos comércios.

Por fim, em 2011, 80% dos RSU foram coletados – sendo 60% deles tratados por incineração - e a taxa de geração por pessoa era de 0,91 quilo por dia. Atualmente, a maioria das cidades já introduziu o sistema de pagamento conforme a quantidade produzida e o preço é em média de US\$ 0,013 por litro de resíduo. A população é obrigada a adquirir sacolas e deve lançar os resíduos reciclados nos condicionadores específicos.

O caso de Taiwan é um bom exemplo da necessidade da combinação do uso de vários instrumentos “amarrados” que visam à redução do consumo e emissão de resíduos sem o devido tratamento, numa estratégia definida a nível nacional que é rebatida para as demais instituições de governo regionais e locais.



## [2] A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

### 2.1 | Panorama Geral

No Brasil, o primeiro serviço relacionado à limpeza urbana foi iniciado em 25 de novembro de 1880, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, até então capital do Império. O Decreto nº 3024, assinado por D. Pedro II, aprovava o contrato de “limpeza e irrigação” para a cidade.

Em 2007 foi estabelecido, através da Lei n 11.445/07, o Plano Nacional de Saneamento Básico, que estabelece o conceito como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos de drenagem de águas pluviais urbanas. Além de estabelecer prazos e metas ligados à questão, a lei definiu as competências quanto à coordenação e atuação dos diversos agentes envolvidos no planejamento e execução do PLANSAB, atribuindo ao Governo Federal a responsabilidade pela sua elaboração.

No mesmo sentido, em 2010, foi aprovada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) trazendo importantes instrumentos para o enfrentamento dos problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. A PNRS tem como pilar o princípio da responsabilidade compartilhada, atribuindo a cada integrante da cadeia produtora – e consumidora – responsabilidade pelos resíduos sólidos e sua disposição final adequada.

Como já foi citado anteriormente, o gerenciamento de resíduos sólidos é considerado um dos setores do saneamento básico e, constitucionalmente, é de domínio do poder público local. O município tem a competência para estabelecer o uso do solo em seu território, podendo estipular parâmetros ambientais para concessão – ou não - de licenças e alvarás que permitam o funcionamento, instalação ou operação de qualquer empreendimento.

Segundo pesquisas realizadas pelo IBGE, atualmente, 64% dos municípios brasileiros ainda depositam seu lixo de forma inadequada, em lixões ou locais sem nenhum controle ambiental ou sanitário (Ministério do Meio Ambiente). Apenas 17%, o equivalente a 927 municípios, operam com programas de coleta seletiva. Embora ainda seja minoria, é possível notar um crescente interesse dos municípios brasileiros de trabalhar esse tema nos últimos anos, ainda que sua concentração ocorra sobretudo no sul e sudeste do país. Em 2014, cerca de 28 milhões de pessoas tiveram acesso a programas municipais de coleta seletiva, o equivalente a 13% da população brasileira, segundo dados levantados pela Pesquisa Ciclossoft (CEMPRE, 2014).

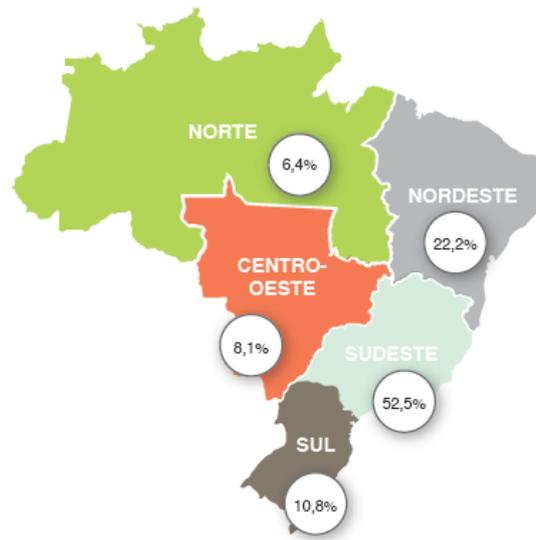


◀ 10. Gráfico de Municípios com coleta seletiva no Brasil. Fonte: CEMPRE

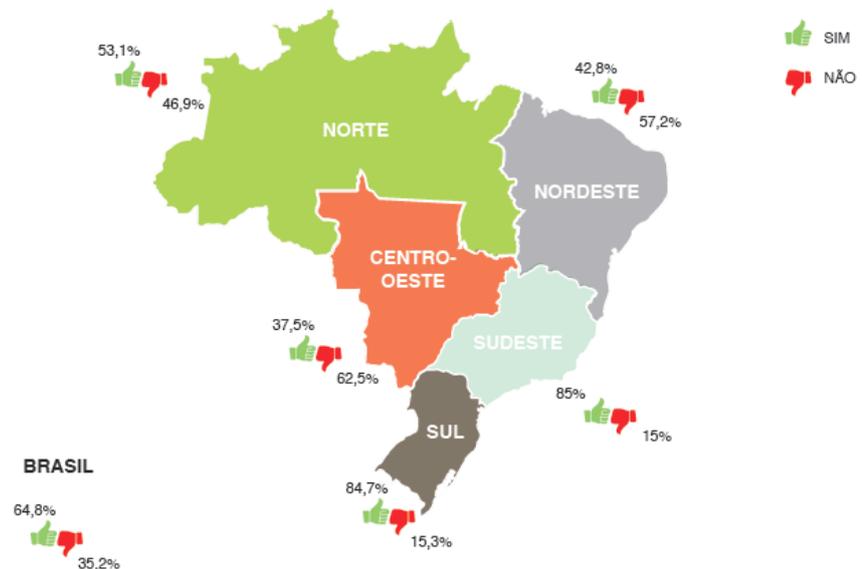
No mesmo ano, o território brasileiro produziu aproximadamente 78,6 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos, segundo relatório ABREPE<sup>7</sup>. Observando o aumento da geração de resíduos de 2,90% em relação ao ano anterior, a coleta de RSU também sofreu acréscimo, chegando a uma cobertura de coleta de 90,6% possibilitada pela criação de 350.000 mil empregos no setor da limpeza urbana. Porém, esses 9,4% não coletados representam pouco mais de 7 milhões de toneladas que acabaram tendo destinação imprópria. O gráfico a seguir mostra a participação de cada região no que diz respeito à coleta de RSU, segundo dados coletados pelo relatório.

7 Os dados usados no Relatório da ABREPE se referem a 45,2% da população total do Brasil indicada pelo IBGE em 2014, abrangendo 400 municípios, sendo 64% deles somente nas regiões Nordeste e Sudeste.

- ▶ 11. Gráfico de coleta total de RSU por regiões. Fonte: ABRELPE, 2014.
- ▼ 12. Gráfico de iniciativas de coleta seletiva em regiões do país. Fonte: ABRELPE, 2014.



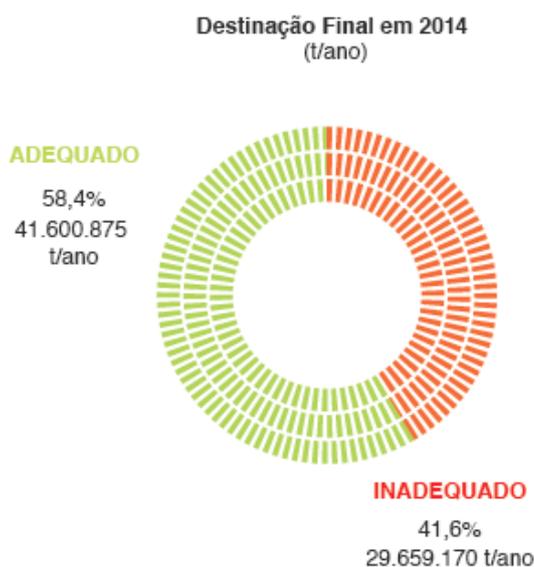
Quanto à coleta seletiva, os dados apontam que 65% dos municípios registraram alguma iniciativa nesse sentido, embora muitas vezes essas atividades se resumam a apenas disponibilização de pontos de coleta ou convênio com cooperativas de catadores, o que provavelmente não representam a totalidade do município.



Quanto à destinação final dos RSU, a pesquisa mostrou que, assim como no ano anterior, 41,6% dos RSU ainda seguiram para lixões ou aterros controlados. Estes, sob o ponto de vista ambiental, se assemelham aos lixões por não possuírem sistemas para proteção do solo, das águas e da saúde humana.

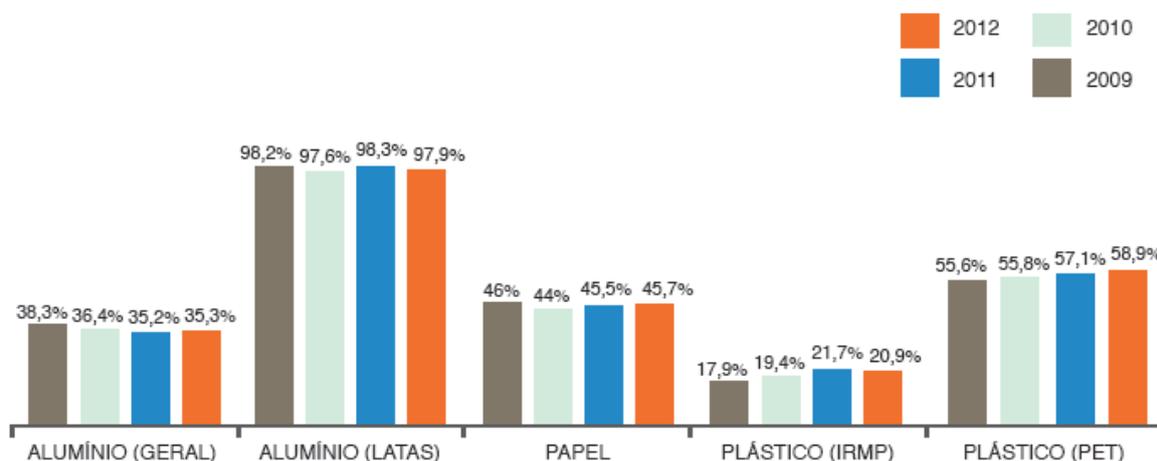
Economicamente, pode-se dizer que, em 2014, os municípios aplicaram uma média de R\$ 119,76 reais por habitante na coleta de RSU e demais serviços de limpeza. Isso quer dizer que o mercado de Limpeza Urbana tem movimentado 26 bilhões de reais, significando um aumento em 10% em relação a 2013.

Quanto aos modelos de coleta seletiva adotados nos municípios, segundo a Pesquisa Ciclosoft, pode-se constatar que a maior parte deles ainda realiza a coleta porta a porta (80%), tendo os Postos de Entrega Voluntária como alternativas para maior participação da população no processo. Dos agentes executores da coleta seletiva nos municípios, 43% equivale à própria prefeitura, 37% a empresas particulares e cerca de 51% a cooperativas(CEMPRE, 2014).



◀ 13. Gráfico referente à destinação final dos RSU coletados no território nacional. Fonte: ABRELPE, 2014.

Os setores industriais de alumínio, plástico e papel possuem considerável participação nas atividades de reciclagem no país. O gráfico a seguir apresenta os índices de reciclagem disponíveis para esses materiais, mostrando, de maneira geral, certa estabilidade no período analisado. Como exemplos de cidades brasileiras que já estão passas a frente na questão de gerenciamento de RSU, pode-se citar Curitiba, com 1,5 milhão de habitantes, que assim como a maioria das cidades brasileiras, sofreu bastante com os problemas resultantes de uma rápida expansão e grandes favelas. Durante seu mandato, o prefeito Jaime Lerner (arquiteto), buscou implementar políticas para aumentar a consciência social e ambiental da cidade, englobando educação, comércio, transporte e planejamento.



As estratégias urbanas do arquiteto alcançaram toda a cidade. Desde o aumento da quantidade de área verde por habitante – que já chegou a meio metro quadrado por habitante e hoje a cidade tem 100 vezes mais – o aumento e melhoria da rede de transportes públicos, rede de ciclovias e áreas para pedestres.

Deve-se destacar também as estratégias para melhoria na qualidade de vida das favelas. Devido à sua proximidade com os rios e a falta de estrutura viária, as favelas sofriam com a ausência de coleta de lixo, problema que, por sua vez, acabava originando outros tipos de malefícios, como a contaminação dos corpos hídricos, a geração de doenças, mau cheiro, além de sérios problemas ambientais. Com ajuda e colaboração dos moradores, motivados por iniciativas da prefeitura, Lerner introduziu inúmeros projetos para sanar esse problema, todos eles necessitando da participação da população. Ele oferecia passagens de ônibus para adultos, livros e cadernos para crianças, em troca dos sacos de lixo entregues nos locais apropriados. Programas de apoio a artistas para venda de artesanato em troca de alimentação, aluguel, educação e assistência. A produção e ganhos do trabalho ficam dentro da comunidade, incentivando a microeconomia local.

Outro exemplo é a cidade de Linhares (ES), que realizou uma parceria entre a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Linhares, a Sucos Mais (SABB Coca-Cola), o Instituto Coca-Cola Brasil, o Instituto Doe seu Lixo e a empresa de limpeza urbana Vital Engenharia Ambiental. O projeto tem como objetivo implantar a coleta seletiva e a reciclagem do lixo na cidade de Linhares, além de proporcionar benefícios sociais para os catadores.

▲ 14. Gráfico dos índices de reciclagem por material. Fonte : ABRELPE, 2014.

A usina de tratamento está localizada em uma área de três mil metros quadrados, onde foram investidos R\$ 500 mil entre estrutura e maquinário. Inicialmente a coleta do material reciclado acontecerá no centro da cidade e na região em que a usina está localizada, mas estima-se que a coleta de resíduos se estenda também para outras localidades.

Ao todo são 54 catadores inscritos no projeto, mas apenas 33 iniciaram junto com o centro de reciclagem. A triagem será feita de resíduos entregues de maneira voluntária pela população em Pontos de Entrega Voluntária (PEV's); Coleta porta a porta, CPP -- realizada nos locais definidos pelo projeto; além dos materiais recolhidos pelos catadores.

As principais premissas do projeto são: inclusão de catadores, fomento do corporativismo, existência de um plano de educação ambiental, sistema de logística para entrega voluntária e recolhimento dos resíduos sólidos recicláveis domiciliares.

Em São Paulo, desde 2013, a prefeitura tem investido bastante na questão dos RSU. A quantidade de lixo produzida diariamente na cidade de São Paulo é de aproximadamente 20 mil toneladas, sendo 12 mil toneladas apenas de resíduos domiciliares.<sup>8</sup> Deste volume, apenas 1,4% segue para a reciclagem, enquanto o resto é depositado em aterros sanitários na periferia da cidade.

Em março daquele mesmo ano, a Prefeitura anunciou o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Paulo (PGIRS), elaborado de forma participativa com entidades e cooperativas, e lançou uma meta de ampliação da coleta seletiva na cidade. Até 2016, 10% dos resíduos sólidos terão destinação adequada em Centrais de Triagem mecanizadas espalhadas na capital. Serão quatro megacentrais cada uma com capacidade para 250 toneladas de materiais recicláveis, 2,5% de todo o resíduo sólido produzido diariamente em São Paulo.

Inauguradas no primeiro semestre de 2015, as duas primeiras Centrais de Triagem, já em funcionamento, localizam-se em Ponte Pequena, na região central e em Santo Amaro, zona sul.

O sistema de coleta do lixo residencial em São Paulo é realizado por duas entidades privadas em regime de concessão. A Loga, formada pelas empresas Vega Valorização de Resíduos (VVR) e PNASPE Empre-

► **15. Mapa de divisão de coleta de São Paulo pelas empresas concessionárias.** Fonte : prefeitura de São Paulo.

<sup>8</sup> Prefeitura de São Paulo. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/Acessado em 04.06.2015>.



da Secretaria Municipal de Serviços.

Para aqueles que habitam nos outros 10 distritos onde ainda não foi implementada a coleta seletiva, pede-se que a própria população se encarregue de levar os resíduos aos ecopontos, PEV's e estabelecimentos comerciais que recebem materiais para reciclagem.

Além das mudanças adotadas na coleta dos resíduos sólidos citadas anteriormente, o Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos previa algumas medidas complementares. Um novo padrão de sacola foi desenvolvido para adequar-se à coleta seletiva. A adoção das chamadas sacolas verdes nos supermercados e estabelecimentos comerciais passou a ser obrigatória após a regulamentação da lei municipal no. 55.827/15<sup>9</sup> que entrou em vigor dia 5 de fevereiro deste ano. Estas novas sacolas, diferentemente das sacolas comuns, podem ser reutilizadas para o descarte apenas dos resíduos secos como papel, plástico ou vidro. Já o lixo orgânico, deverá ser descartado em sacos de lixo adquiridos para este fim.

Desenvolvidas em diálogo com comerciantes e produtores de sacolas plásticas, as sacolas verdes são feitas de cana-de-açúcar, um material renovável. Elas são aproximadamente 40% maiores que as sacolas comuns e mais resistentes, podendo suportar até 10kg, peso equivalente a 3 garrafas PET ainda cheias. Como diz o próprio nome, as sacolas são verdes e possuem orientações sobre o acondicionamento adequado dos resíduos descartáveis. Também serão desenvolvidos novos modelos de sacolas nas cores marrom e cinza, adequadas ao descarte de lixo orgânico para compostagem e de resíduos que não servem para reciclagem.

Em relação ao custo, estima-se que é equivalente ao do modelo utilizado anteriormente, já que antes era necessário mais sacolas comuns para carregar o mesmo volume de compras.

“O que nós procuramos fazer é conciliar interesses contraditórios. É um modelo que atende a todos os envolvidos: a indústria produtora das sacolas que corria o risco de demitir trabalhadores, o consumidor que quer comodidade para carregar suas compras e o meio ambiente que não pode continuar a ser degradado” (HADDAD, Fernando. 2015. Diário Oficial do Município)

---

<sup>9</sup> Decreto Municipal no. 55.827/15 de 18 de maio de 2011 - dispõe sobre a proibição da distribuição gratuita ou venda de sacolas plásticas a consumidores em todos os estabelecimentos comerciais do Município de São Paulo.

▼ 16. Imagem de um dos caminhões que realizam a coleta seletiva.  
Fonte: EcoUrbis

► 17. Imagem das orientações estampadas nas novas sacolas verdes.  
Fonte: prefeitura de São Paulo.



**MATERIAS RECICLÁVEIS SECOS**

Sacola produzida com material de fonte renovável.  
Utilize esta sacola para entregar seu material para coleta seletiva.

<b>METAL</b>	<b>PAPEL</b>	<b>PLÁSTICO</b>	<b>VIDRO</b>
• Latas • Ferragens	• Jornais • Revistas • Embalagens	• Garrafas (destampadas) • Peças	• Garrafas • Cacos

Materiais que **NÃO** devem ser descartados com recicláveis.

• Comida • Fraldas • Absorventes • Bituca de cigarro	<b>PAPEL</b> • Fita Adesiva • Papel Sujo	<b>PLÁSTICO</b> • Fita K7 • Objetos Grandes	<b>VIDRO</b> • Espelhos • Lâmpadas
---	--	---	--

Demais materiais: Madeiras, Eletrodomésticos, Móveis e Resíduos da Construção Civil.  
Leve para um EODPONTO ou ligue 156.

Ingo Eando paulistanos de reciclagem sprecicla

Com as novas regras, a população paulistana passará por um período de adaptação, recebendo orientações sobre como utilizar e descartar as sacolas. “O descumprimento é uma infração administrativa ambiental, com punição estabelecida pela legislação federal”, afirmou o secretário de Serviços Simão Pedro.

Junto com todas as medidas adotadas para o bom funcionamento das práticas de reciclagem, deve-se destacar o importante trabalho de educação ambiental realizado na população, sobretudo nas crianças.

No que diz respeito à cooperativas e associações de catadores, atualmente, a Amlurb – Autoridade Municipal de Limpeza Urbana - tem cadastradas 21 cooperativas<sup>10</sup> e associações de catadores, responsáveis pela triagem manual e que juntas processam cerca de 250 toneladas por dia.

O Programa de Coleta Seletiva, as Centrais de Triagem e as cooperativas associadas possibilitam a geração de renda, emprego e inclusão social para cerca de 1.000 pessoas, que antes se encontravam em situação de negligência social.

10 Fonte: prefeitura.sp.org.br. Acessado em 08.06.15.

## 2.2 | Política Nacional de Resíduos Sólidos

Estabelecida em 02 de agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010 regulamentada pelo Decreto Nº 7.404/2010, dá as novas diretrizes para a redução dos resíduos urbanos no país. Após 21 anos de discussões no Congresso Nacional, o projeto marca o início de uma grande articulação entre os envolvidos em escalas federal, estadual e municipal, bem como do setor produtivo e a sociedade civil.

Além da elaboração de um diagnóstico da situação atual, a PNRS propõe instrumentos importantes para permitir o avanço do país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.<sup>11</sup> O Plano também propõe metas de redução, metas para aproveitamento energético, metas para eliminação e recuperação de lixões, programas e projetos nacionais, assim como diretrizes para o planejamento e demais atividades no território nacional. Aqui, destacam-se ainda a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para tornar possível o aumento da reciclagem, da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada para os rejeitos.

O desafio envolve um conjunto de outras questões, como educação ambiental, mudança de tecnologia e dos processos produtivos, enxugamento desses processos procurando viabilizar a fabricação com nível mais próximo possível do zero de resíduos, reutilização e reciclagem cada vez mais frequentes.<sup>12</sup> (OLIVEIRA, 2013)

Os principais objetivos da PNRS são:

- 1.** A não-geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos;
- 2.** Disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- 3.** Racionalização do uso dos recursos naturais (água, energia, insumos) no processo de produção de novos produtos;

11 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>> Acesso: 30.06.15.

12 Disponível em: <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/maior-parte-dos-residuos-solidos-no-ce-nao-segue-destinacao-correta-1.324746>. Acesso: 24.08.15.

▶ **18. Esquema dos objetivos PNRS.** Fonte: Elaborado pela autora com base em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/folder\\_pnrs\\_125.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/folder_pnrs_125.pdf)>

4. Intensificação de ações de educação ambiental;
5. Aumento da reciclagem no país;
6. Promoção da inclusão social;
7. Geração de emprego e renda para catadores de materiais recicláveis.



A Política Nacional de Resíduos Sólidos vai ainda além, definindo o princípio de responsabilidade compartilhada, que inclui a colaboração de fornecedores, fabricantes, distribuidores e comerciantes, consumidores e os municípios. Isso quer dizer que a responsabilidade da limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos é do poder público, mas não somente dele, sendo essencial também a participação da sociedade e da iniciativa privada. Estabelece ainda que a população tem o dever de acondicionar os resíduos passíveis de reciclagem ou reaproveitamento para o recolhimento do mesmo, fazendo a separação onde houver a coleta seletiva.

Tendo por base esses novos marcos legais, integrados à Política Nacional de Saneamento Básico<sup>13</sup>, ficam os municípios responsáveis por alcançar a universalização dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, devendo ser prestados com eficiência para evitar danos à saúde pública e proteger o meio ambiente, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções progressivas, articuladas, planejadas, reguladas e fiscalizadas, com a participação e o controle social.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> PLANSAB: Plano Nacional de Saneamento Básico, firmado em 2008 e coordenado pelo Ministério das Cidades e Secretaria Nacional de Saneamento, propõe desafios com serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais.

<sup>14</sup> FONTE : Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos em Fortaleza, sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A PNRS também determina o princípio de Logística Reversa, um conjunto de ações, procedimentos e meios, destinados a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores. Dessa forma, os fabricantes de embalagens de agrotóxicos, pneus e baterias, por exemplo, são obrigados a elaborar seus próprios Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos com a finalidade de organizar e pagar pela restituição dos resíduos, para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos na forma de insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos.

Este instrumento ainda pode ser estendido para os grandes fabricantes de embalagens de plástico, metal, vidro ou outros produtos e embalagens cuja logística seja viável técnica e economicamente. Através de parcerias com cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis e a implementação de postos de coleta, a logística reversa ainda fortalece as relações entre os produtores e os profissionais de coleta envolvidos no processo da reciclagem.

Para aqueles municípios que não dispõem de recursos suficientes para tratar o lixo urbano e têm pouca capacidade técnica na gestão dos serviços de limpeza pública, coleta seletiva e tratamento de resíduos, a ideia de formação de Consórcios Públicos municipais pode ser uma grande saída. Essa articulação entre as entidades interessadas pode proporcionar a sustentabilidade dos serviços prestados, divisão das despesas, contribuir para a inclusão social de catadores e ainda colaborar para a desativação dos indesejáveis lixões.

A PNRS reforça, com o citado instrumento, a importância da articulação entre os municípios a fim de construir políticas públicas de resíduos sólidos integradas e complementares, buscando alternativas institucionais que otimizem recursos e transformem-se em oportunidades de negócio com geração de emprego e renda.

Cada município deverá implementar a Coleta Seletiva para materiais recicláveis, com apoio das cooperativas e associações de catadores. Além de implantar sistemas de compostagem e dar destino final ambientalmente adequado aos resíduos de limpeza urbana.

Com a PNRS, também foi determinado que os planos municipais devem conter metas para a eliminação e recuperação dos lixões. O prazo era que até 2014 todos os municípios acondicionassem adequadamente seus rejeitos.

Uma nova gestão associada possibilita que os municípios reduzam custos, já que estes deixam de manejar seus resíduos isoladamente, assegurando a sustentabilidade econômica da mesma.

O manejo e disposição final dos resíduos devem ser executados de forma adequada, podendo as cooperativas e associações de catadores participarem do processo, ao serem contratadas pelo Poder Público. A PNRS aponta ainda:

Catadores de materiais recicláveis devem trabalhar de forma legal e segura, com o uso de equipamentos compatíveis com as normas técnicas, ambientais e de saúde pública.<sup>15</sup>

A Lei No 12.305/2010 discorre sobre os planos de resíduos sólidos (Art. 14, Capítulo II, Seção I). São eles:

- I - O Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
- II - Os planos estaduais de resíduos sólidos;
- III - Os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;
- IV - Os planos intermunicipais de resíduos sólidos;
- V - Os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos, e,
- VI - Os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

---

15 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%ADduos>> Acesso : 30.07.15.

## 2.3 | Resíduos Sólidos: Definição e Classificação

A norma brasileira vigente sobre Resíduos sólidos, ABNT NBR 10004, de 2004 – a antiga ABNT NBR 10004/1987 revisada e atualizada – define e classifica os resíduos sólidos como :

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A palavra lixo é derivada do latim e a literatura apresenta duas versões: a primeira vem da “lixius” que significa “água ou objeto sujo” e a segunda vem do termo “lix” que significa “cinza” (RIZZO,2007).

### RESÍDUOS SÓLIDOS - CLASSIFICAÇÃO

A forma mais didática de classificação dos resíduos sólidos é a que os classifica como “secos” ou “úmidos”. O lixo “seco” é composto por materiais potencialmente recicláveis (papel, vidro, plástico, metal). O lixo “úmido” corresponde à parte orgânica dos resíduos (restos de alimentos, casca de frutas, poda de vegetais etc) que pode ser usada na compostagem.

Existe ainda uma outra forma de classificar os resíduos sólidos, baseada na sua origem, sendo esta a forma de classificação usada nos cálculos de geração de lixo. São eles definidos em:

**a | Domiciliar:** são os resíduos provenientes das residências. É muito diversificado, mas contém principalmente restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens em ge-

ral, retalhos, jornais e revistas, papel higiênico e fraldas descartáveis;

**b | Comercial:** são os resíduos originados nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, bancos, lojas, bares e restaurantes;

**c | Público:** são aqueles originados nos serviços de limpeza urbana, como restos de poda e produtos da varrição das áreas públicas, limpeza de praias e galerias pluviais, resíduos das feiras livres e outros;

**d | De Serviços de Saúde:** resíduos provenientes de hospitais, clínicas médicas ou odontológicas, laboratórios, farmácias etc.. É potencialmente perigoso, pois pode conter materiais contaminados com agentes biológicos ou perigosos, produtos químicos e quimioterápicos, agulhas, seringas, lâminas, ampolas de vidro, brocas etc;

**e| Industrial:** são os resíduos resultantes dos processos industriais. O tipo de lixo varia de acordo com o ramo de atividade da indústria. Nessa categoria está a maior parte dos materiais considerados perigosos ou tóxicos;

**f| Agrícola:** resulta das atividades de agricultura e pecuária. É constituído por embalagens de agrotóxicos, rações, adubos, restos de colheita e dejetos da criação de animais;

**g| Entulho:** restos de material provenientes da construção civil, reformas, demolições, solos de escavações etc.

Segundo a norma **ABNT NBR 10004/2004**, também podemos classificar os resíduos sólidos de acordo com seus riscos potenciais ao meio ambiente, sendo eles:

#### **a| Resíduos Perigosos (Classe I):**

Resíduos que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, além de riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Ou ainda apresentar outras características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Alguns exemplos de resíduos perigosos, que devem ser dispostos adequadamente para evitar riscos ao homem e ao meio ambiente são :

**Pilhas:** algumas pilhas de uso doméstico ainda possuem elevadas concentrações de metais pesados. Porém, como o processo de reciclagem é complicado e caro, não é

realizado na maioria dos países. Por isso, o consumo de pilhas que contêm altas concentrações de metais pesados e de pilhas de origem incerta deve ser evitado. A Legislação Brasileira (Resolução CONAMA 257/99) estabelece que as pilhas devem ser recolhidas pelo importador ou revendedor.

**Baterias:** as baterias de automóveis, industriais, de telefones celulares e outras também contêm metais pesados em concentração elevada. Por isso, devem ser descartadas de acordo com as normas estabelecidas para proteção do meio ambiente e da saúde.

**Lâmpadas fluorescentes:** mais econômicas, as lâmpadas fluorescentes se tornaram muito populares no Brasil, principalmente em função da necessidade de economizar energia durante o período de racionamento de energia elétrica, ocorrido em 2001. Isso, no entanto, criou um problema, uma vez que as lâmpadas fluorescentes contêm mercúrio, um metal pesado altamente prejudicial ao meio ambiente e à saúde. Como ainda não há dispositivos legais específicos que regulem o descarte nem o interesse dos fabricantes em proporcionar soluções tecnológicas e sistemas de destinação adequados para esse tipo de material, toda essa quantidade de lâmpadas fluorescentes vem sendo descartada junto com o lixo domiciliar. Caso o lixo seja encaminhado para um lixão ou aterro controlado, o mercúrio poderá contaminar o ambiente, colocando a saúde da população em risco. O consumidor pode usar seu poder de escolha e de pressão sobre as autoridades e as empresas, exigindo o estabelecimento de medidas adequadas e seguras para o descarte desse tipo de lâmpada e de outros resíduos perigosos.

## **b| Resíduos Não Perigosos (Classe II):**

Não apresentam nenhuma das características acima. Estes, ainda são divididos em dois grupos:

### **Classe II A – Não Inertes :**

Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos da norma NBR 10004. Os resíduos classe I A – Geralmente, apresentam propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (como os restos de alimento e papel);

### **Classe II B – Inertes :**

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. Ou seja, aqueles resíduos que não são decompostos facilmente, como plásticos e borrachas.

Os pneus usados estão dentro dessa classificação, sendo considerados indesejáveis do ponto de vista ambiental. Quando descartados inadequadamente, propiciam o acúmulo de água em seu interior e podem contribuir para o assoreamento de rios e enchentes. Ao serem queimados, produzem emissões extremamente tóxicas, devido à presença de substâncias que contêm cloro (dioxinas e furanos). Por esse motivo, o Conselho Nacio-

nal do Meio Ambiente (CONAMA) proibiu o descarte e a queima de pneus à céu aberto e responsabilizou os seus fabricantes pela destinação final ambientalmente adequada daqueles que não tiverem mais condições de uso. De acordo com a Resolução CONAMA no. 258/1999, a partir de 2004, para cada pneu novo fabricado, o fabricante deve recolher um em desuso (inservível) e, a partir de 2005, para cada quatro pneus novos, a empresa deverá recolher cinco pneus inservíveis. No Brasil e em muitos outros países, os pneus inservíveis já têm sido utilizados na pavimentação de estradas, misturando-se a borracha ao asfalto (IDEC, 2009). Além disso, ainda pode-se produzir tapetes, solados de sapatos, pneus e outros artefatos.

## 2.4 | As alternativas de tratamento e disposição final dos RSU

O conjunto de ações que objetivam a minimização da geração de resíduos e a diminuição da sua periculosidade constitui a fase de tratamento de resíduos. As alternativas visam sobretudo tornar estes resíduos menos agressivos para disposição final, diminuindo seu volume, quando possível. Dentre os processos de tratamento de resíduos, podemos citar os seguintes :

**Aterro:** Corresponde à disposição ou aterramento do lixo sobre o solo. Os aterros devem, tecnicamente, ser diferenciados em aterro sanitário, aterro controlado e lixão ou vazadouro.

**Aterro Sanitário:** É um método de aterramento dos resíduos em terrenos preparados para disposição do lixo, de maneira a causar o menor impacto ambiental possível. Para proteger o meio ambiente, o solo deve ser protegido por uma manta isolante (chamada de geomembrana), impedindo que os líquidos poluentes, como chorume<sup>16</sup>, infiltrem e atinjam as águas do lençol freático. Também são colocados dutos captadores de gases para impedir explosões e combustões espontâneas, causadas pela decomposição da matéria orgânica. É implantado um sistema de captação do chorume, para que ele seja encaminhado a um sistema de tratamento. As camadas de lixo são compactadas para diminuir o volume, e são recobertas com solo diariamente, impedindo a exalação de odores e a atração de animais. Os aterros sanitários apresentam vantagens sobre outros processos, além de baixo custo de implantação, mas também apresentam desvantagens no sentido ambiental, devido à possibilidade de poluição das águas superficiais e subterrâneas.

**Aterro Controlado:** Nesse tipo de aterramento, as técnicas de engenharia ambiental utilizadas são bem mais simples que as citadas anteriormente, não garantindo a efetiva proteção do solo, do ar e do lençol freático. Conseqüentemente, os aterros controlados causam grandes problemas ambientais e de saneamento. No entanto, representam uma alternativa menos agressiva ambientalmente do que os lixões, e se diferenciam destes por possuírem a cobertura diária dos resíduos com solo e o controle de entrada e saída de pessoas.

**Lixão:** Se caracteriza pela simples descarga inadequada sobre o solo sem medidas de proteção ao meio ambiente. Os resíduos assim lança-

---

<sup>16</sup> Líquido de cor preta, mau cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo.

dos acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos e etc.), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume, comprometendo, assim, os recursos hídricos. Os lixões ainda são o destino mais comum dos resíduos brasileiros.

**Incineração:** É a transformação da maior parte dos resíduos em gases, através da queima em altas temperaturas (em torno de 1000°C), em um ambiente rico em oxigênio, por um período pré-determinado, transformando os resíduos em material inerte e diminuindo sua massa e volume. Não se deve confundir a incineração com a simples queima dos resíduos. No primeiro caso, os incineradores geralmente são dotados de filtros, evitando que gases tóxicos sejam lançados na atmosfera. De qualquer forma, devido a aspectos técnicos, a incineração não é o tratamento mais indicado para a maioria dos resíduos gerados e não é adequado à realidade das cidades brasileiras, devido ao seu alto custo de instalação e operação.

**Pirólise:** Também é um processo que compreende a queima dos resíduos. Mas, diferentemente da incineração, acontece em ambiente fechado e sem oxigênio.

**Digestão Anaeróbica:** É um processo baseado na degradação biológica, com ausência de oxigênio e ambiente redutor. Essa alternativa é bastante utilizada em aterros sanitários e o processo resulta na formação de gases e líquidos.

**Compostagem:** Consiste na degradação biológica da matéria orgânica putrecível (restos de alimentos, aparas e podas de jardim, por exemplo) obtendo-se um produto que pode ser utilizado como adubo. Mais da metade do lixo domiciliar constitui lixo orgânico, por isso merece bastante cuidado. A compostagem pode ser feita em casa ou em unidades de compostagem.

**Centrais de Triagem e Compostagem:** O tratamento ou industrialização do lixo é um conjunto de atividades e processos que visam promover a reciclagem de materiais inertes (recicláveis) e transformar a matéria orgânica em produto orgânico estável, através do processo de compostagem. Essa forma de tratamento prevê a instalação de um galpão para a separação (triagem) manual de resíduos que, usualmente, é realizada em esteiras rolantes. Na maioria dessas usinas, as condições

- ▼ 19. Imagens das diferentes alternativas de tratamento dos resíduos sólidos. Fonte: <http://www.tecnologiasresiduos.com.br/secao/projeto/>



de trabalho são precárias, o aspecto do local é muito sujo e desorganizado (LICHTNOW, 2004).

Estas alternativas de tratamento e disposição final dos resíduos variam de acordo com custos, área disponível, tecnologia, impacto ambiental e capacitação dos profissionais que atuam em cada processo específico.

Na tabela a seguir, é possível comparar algumas das características dos principais processos:

CARACTERÍSTICAS	TRIAGEM	TRATAMENTO BIOLÓGICO	INCINERADORES TERMELÉTRICAS	ATERROS SANITÁRIOS
Área disponível	Menor	Médio	Baixo	Alto
Investimento Instalação	Médio	Médio	Alto	Menor
Custo insumo	Baixo	Alto	Médio	Médio
Linha de Transmissão	Não se aplica	Médio	Alto	Alto
Custo de Produção	Baixo	Alto	Alto	Médio
Tecnologia	Baixo a médio	Médio a alto	Alto	Médio
Impacto Ambiental	Baixo	Médio	Alto	Alto
Capacitação do RH	Baixo	Médio	Alto	Baixo

▲ 20. Tabela comparativa das características das alternativas de tratamento de RSU. Disponível em: <<http://www.cabo.pe.gov.br/pners/CONTEÚDO%20DIGITAL/UFPE%20-%20FADE/ALTERNATIVAS%20TECNOLÓGICAS%20PARA%20O%20BRASIL.pdf>>





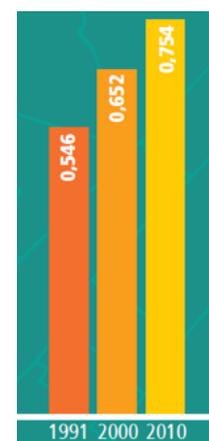
## [3] RESÍDUOS SÓLIDOS EM FORTALEZA

### 3.1 | Contextualização

Segundo o relatório “Fortaleza 2040”<sup>17</sup>, projeto que visa produzir um plano de desenvolvimento para a cidade, a renda média da população urbana vem aumentando desde 2001, embora a cidade ainda apresente uma extrema desigualdade na distribuição de renda e uma grande parcela da população em situação de pobreza.

O mesmo ocorre com o Índice de Desenvolvimento Humano. Em 20 anos, Fortaleza tem se aproximado cada vez mais da categoria de alto desenvolvimento em IDH, segundo a classificação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. Todavia, as análises isoladas de cada bairro do município apontam que em apenas 3 deles atingiu-se a categoria de alto desenvolvimento (acima de 0,80); 7 bairros de médio desenvolvimento (acima de 0,70); enquanto que 13 bairros não alcançaram sequer 0,2 de IDH.

- ▶ 21. Gráfico da pobreza nas regiões metropolitanas de Fortaleza e Florianópolis (índice de necessidade calórica e renda domiciliar per capita). Fonte: Mostra virtual Fortaleza 2040, 2015



- ▶ 22. Gráfico da evolução do IDH em Fortaleza. Fonte: Mostra virtual Fortaleza 2040, 2015

17 O projeto Fortaleza 2040, é uma iniciativa da Prefeitura Municipal, sob a coordenação do Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR) e a Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC) que visa produzir um plano de desenvolvimento para a cidade com estratégias implementadas a curto, médio e longo prazo.

A população urbana de Fortaleza<sup>18</sup>, segundo dados do IBGE de 2012, é de 2.500.194 habitantes sob território urbano de 314.930 km<sup>2</sup>.

Um levantamento elaborado pela empresa TRAMITTY, Business to government (2012) para o COMPAN – Conselho de Políticas e Gestão do Meio Ambiente do Estado do Ceará, com apoio do Ministério do Meio Ambiente, aponta uma estimativa que Fortaleza e sua Região Metropolitana<sup>19</sup> possuirão uma população de 3.648.432 habitantes em 2032, com geração de RSD estimada em 4.047,3 toneladas por dia. A estimativa foi feita levando em consideração o crescimento populacional devido à implantação do CIPP – Complexo Industrial e Portuário do Pecém – localizado dentro do município de Caucaia.

Os dados mais atualizados apontam que 98,75% dos domicílios da cidade são atendidos pela coleta porta-a-porta (IBGE, 2010). A coleta de resíduos em geral (não perigosos) no município é realizada por 7 empresas consorciadas com a Prefeitura de Fortaleza. Destas, 4 também realizam a coleta de resíduos recicláveis no município.

Até 1998, para resolver a questão de destinação final do lixo, o município de Fortaleza depositava seus resíduos sólidos em um aterro sanitário situado no bairro Jangurussu, às margens do rio Cocó. Apesar de ter uma vida útil de 10 anos, o local funcionou durante 20 e acabou se transformando numa “montanha” de lixo de 40 metros de altura. A falta de manutenção e descuido com as normas técnicas levaram a uma nova denominação ao aterro: lixão.

Após sua desativação, o aterro deu lugar ao Complexo do Jangurussu, constituído por uma Estação de Triagem de Resíduos e um Transbordo. Além de objetivos econômicos e ambientais, o lugar possibilita a continuidade de renda de catadores que desenvolviam a atividade no antigo lixão.

Outra possibilidade de destinação final dos RSU de Fortaleza é o Aterro Sanitário Metropolitano Oeste em Caucaia (ASMOC). Atualmente, os municípios de Fortaleza e Caucaia possuem sistema compartilhado de coleta e de disposição final de RSU. Os resíduos que não serão mais reaproveitados são encaminhados para o ASMOC, gerenciado pela Em-

---

18 Prefeitura de Fortaleza. Disponível em: <<http://www.fortaleza.ce.gov.br/seuma>> Acesso: 28 de julho de 2015.

19 RMF: integrada pelos municípios de Aquiraz, Caucaia, Eusébio e São Gonçalo do Amarante.

presa Municipal de Limpeza e Urbanização de Fortaleza (Emlurb). Monitorado pela SEMACE, sua operação é de competência da Construtora G&F Ltda, empresa contratada por convênio pela Emlurb.

Os caminhões que realizam a coleta porta-a-porta nas Secretarias Executivas Regionais - SER - I, III e V transportam os resíduos diretamente para o ASMOC, enquanto os caminhões que coletam nas SER II, IV, VI e SERCEFOP transportam para a Central de Transbordo do Jangurussu (PMGIRS-For, contribuições e complementações, p. 18).

### 3.2 | Coleta Seletiva:

Um comparativo com as demais cidades brasileiras realizada pelo Programa Cidades Sustentáveis<sup>20</sup> verifica que a capital cearense ainda precisa investir muito para ganhar destaque nacional no quesito coleta seletiva. Até 2012, apenas 0,184% dos municípios possuíam coleta seletiva porta-a-porta, enquanto em outras cidades brasileiras o número já chega perto de 100%, como é o caso de Florianópolis e Barueri<sup>21</sup>.

Algumas empresas, grupos, rede de supermercados e shoppings, considerados grandes geradores de resíduos, possuem seu próprio plano de manejo e reciclagem. Além de realizarem a triagem de seus materiais dentro dos seus estabelecimentos comerciais, apoiam a doação de recicláveis para algumas associações.

A Companhia Energética do Ceará (COELCE) é uma grande parceira na coleta seletiva para diversos municípios do nosso estado. O programa ECOELCE tem como finalidade dar um incentivo para novos hábitos de separação de resíduos para a população por meio de descontos na conta de energia – de pessoa física ou jurídica. O beneficiado precisa apenas estar cadastrado no site da COELCE e se encarregar de levar o material reciclável para um dos 53 pontos de coleta espalhados em todo o estado, 18 apenas em Fortaleza. O material é pesado e o valor é creditado automaticamente na conta de energia do cliente.

---

20 Programa que reúne uma série de ferramentas que vão contribuir para que governos e sociedade civil promovam o desenvolvimento sustentável nos municípios brasileiros.

21 Pesquisa do Programa Cidades Sustentáveis. Disponível em: <<http://indicadores.cidadessustentaveis.org.br/coleta-seletiva/?view=table&graphs=170>> Acesso : 31 de agosto de 2015.



- 23. Imagem de um ponto de entrega de resíduos em troca de descontos na conta de energia. Fonte : ECOELCE.

O programa ECOELCE tem atuação em 20 municípios cearenses e, desde 2007, já beneficiou mais de 33 mil famílias, atendendo 433.878 clientes cadastrados, contabilizando em torno de 19.695 toneladas de resíduos e R\$ 2.777.734,42 milhões em bonus na conta de luz<sup>22</sup>.

### 3.3 | Legislação Municipal

Com vistas à Política Nacional de Resíduos Sólidos, legalmente, Fortaleza se opõe ao estabelecido, principalmente em relação à sustentabilidade dos sistemas de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Embora o município tenha a Lei Municipal nº 8.236/98, referente à Taxa de resíduos sólidos, atualmente o município não possui nenhum tipo de cobrança pelos serviços prestados, ficando todos os encargos por conta do orçamento da Prefeitura Municipal (PMGIRS, 2012, p. 41).

Por outro lado, o município conta com a Agência Reguladora de Fortaleza (ARFOR) que concentra a competência de regular, normatizar, controlar e fiscalizar os serviços públicos delegados. Também possui um Sistema Municipal de Limpeza Urbana, que estabelece normas e

22 Dados disponíveis no site da COELCE : <https://www.coelce.com.br/coelcesociedade/programas-e-projetos/ecoelce.aspx>. Acesso em: 27.08.2015

diretrizes para a realização desses serviços e cria o Fundo Municipal de Limpeza Urbana - FUNLIMP, pela Lei Municipal nº 8.621.

Ainda referente à gestão de resíduos, Fortaleza possui legislação específica para os grandes geradores de resíduos, com a Lei Municipal nº 8.408. Outras leis relacionadas e detalhamento encontram-se no Diagnóstico do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), encontrado no endereço eletrônico da Prefeitura de Fortaleza.

### **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Fortaleza – PMGIRS**

O PMGIRS, documento que integra parte do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Fortaleza, foi elaborado após o levantamento da situação (Diagnóstico), seguido da análise da evolução (Prognóstico) – passando por consultas públicas - e foi concluído após as devidas contribuições e complementações. O Plano foi desenvolvido por um corpo técnico composto por setores públicos envolvidos e gerenciado pela empresa de consultoria SANETAL (PMGIRS Fortaleza, 2012, p.3).

O PMGIRS abrange procedimentos e técnicas que descrevem as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos gerados, incluindo os aspectos referentes à geração, segregação prévia, acondicionamento, transporte, armazenamento, coleta, tratamento e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, para proteção à saúde e ao meio ambiente.

Em relação à coleta seletiva em Fortaleza, foi desenvolvido dentro do PMGIRS, o Programa de Coleta Seletiva. O planejamento e normatização da coleta seletiva de resíduos sólidos recicláveis no município fica sob responsabilidade da Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente de Fortaleza (SEUMA) - antiga Secretaria do Meio Ambiente (SEMAM). As atividades realizadas por catadores, nas ruas e nos Centros de Triagem e demais equipamentos físicos auxiliares, deverão ser supervisionados pela Secretaria Executiva Regional (SER) da área a que pertence. E, finalmente, a execução do programa ficará a cargo das Associações/Cooperativas.

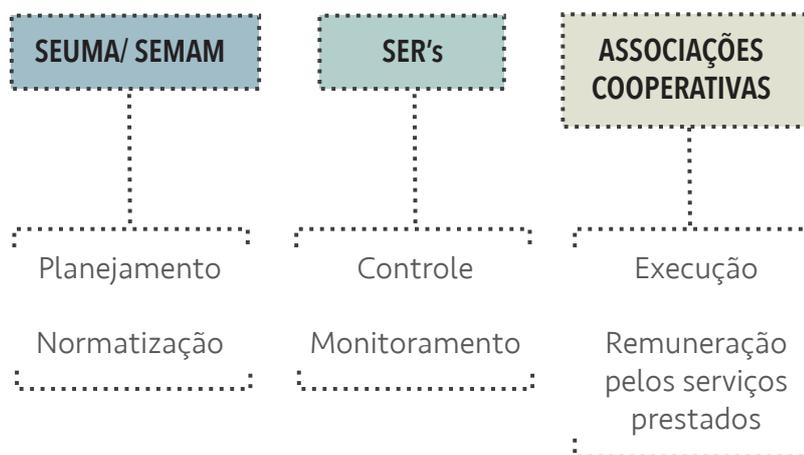
Do ponto de vista da infra-estrutura, até 2031, os recursos a serem obtidos deverão ampliar o número de Centros de Triagem, fazendo com

que todas as Regiões Administrativas da Cidade passem a dispor de equipamentos para o recebimento e triagem de resíduos reutilizáveis e recicláveis, facilitando a adesão de pelo menos 37% da população ao Programa, devendo ser alcançados vinte e quatro equipamentos para operar com resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis. O equipamentos previstos são:

- 10 (dez) sedes de associações de catadores com estruturas de triagem;
- 1 (um) Centro de Triagem construídos com recursos do PAC, localizado no Bairro João XXIII;
- 2 (dois) Centros de Triagem a serem construídos com recursos do PAC e da FUNASA, nos Bairros Granja Lisboa e Siqueira, respectivamente;
- 2 (dois) ECOPONTOS para recebimento de resíduos sólidos recicláveis e entulhos da construção também financiados pela FUNASA, nos Bairros Conjunto Ceará e Mondubim;
- 9 (nove) equipamentos a serem construídos com recursos do BNDES, sendo 7 (sete) Centros de Triagem nos Bairros Floresta, Centro, Dunas, Serrinha, Parque Dois Irmãos, Passaré e Jangurussu (Sitio São João), e
- 2 (dois) ECOPONTOS para recebimento de materiais recicláveis e funções educativas nos Bairros Cidade dos Funcionários e Varjota, podendo este receber pequenos volumes de resíduos da construção civil.

De acordo com o projeto, a Prefeitura fará a coleta seletiva porta-a-porta e ponto-a-ponto, atuando em roteiros planejados dentro de cada Secretaria Regional e sendo o Centro de Triagem de destino na área de sua administração. O percurso médio de coleta será menor do que o da coleta convencional, podendo-se esperar que a relação de custos seja mais baixa. Outro aspecto que contribuirá para a redução de despesas da coleta seletiva do projeto decorrerá da ampliação de locais de apoio como ECOPONTOS, Condomínios, Escolas e outros equipamentos sociais.

- 24. Gráfico da Infraestrutura programada para Coleta Seletiva. Fonte: elaborado pela autora com base no PMGIRS For.



### 3.5 | Profissionais da Catação

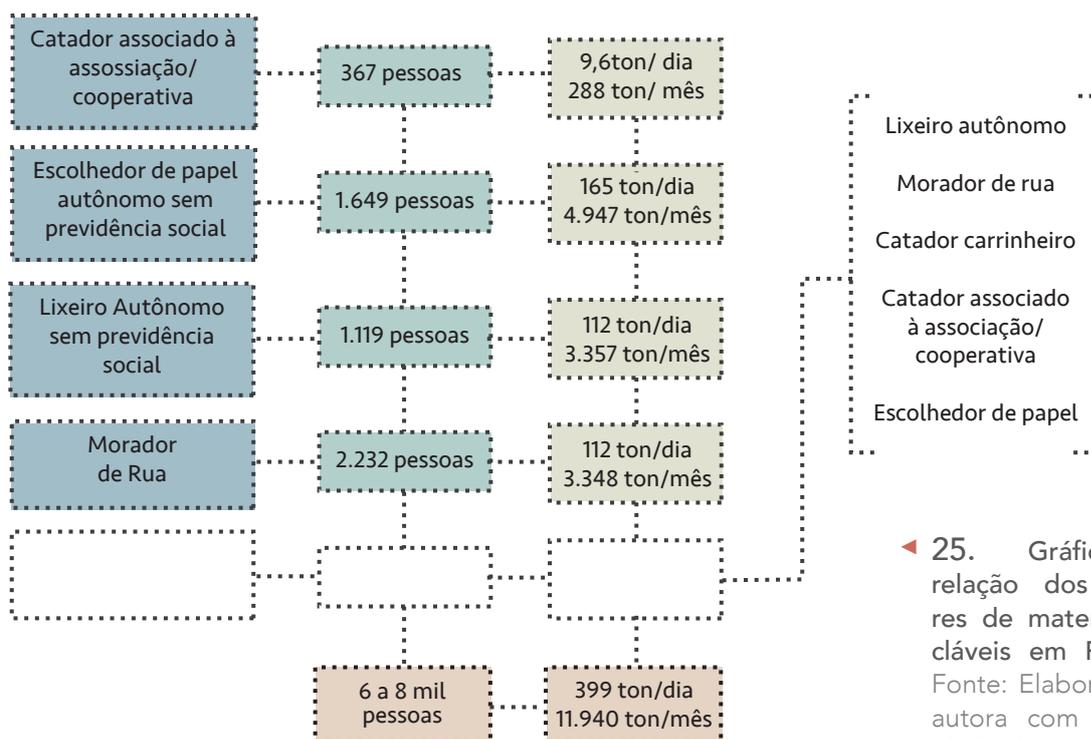
O município de Fortaleza conta com 19 associações de catadores cadastradas na SEUMA, totalizando 367 catadores associados, representa 13,25% do total de catadores cadastrados no cadastro único. Dos 367 catadores associados, 207 são mulheres (56%) e 160 são homens (44%), e o nível de escolaridade dos associados é baixo a maioria com apenas 1º Grau incompleto. A renda mensal dos catadores varia entre R\$ 45,00 e R\$ 600,00, a receita total das associações vem da comercialização do material reciclável.

Durante a visita em campo para coleta de dados para elaboração do PMIGRS, foram realizadas entrevistas com catadores do Município de Fortaleza. Nas 25 (vinte e cinco) entrevistas realizadas com os trabalhadores urbanos da coleta seletiva informal, observou-se o seguinte:

- 88% não possuem carrinho próprio, utilizando carrinhos dos depósitos;
- 60% trabalham sem a ajuda de outras pessoas da família;
- 88% gostariam de trabalhar organizados em Associações ou Cooperativas;
- 24% são mulheres.

O relatório do PMGIRS cita vários diagnósticos sobre os números de catadores de recicláveis no município de Fortaleza. Segundo dados da SEMAM e do Instituto Municipal de Pesquisa Administração e Recursos Humanos (IMPARH), o município conta com cerca de 6 mil a 8 mil catadores de materiais recicláveis que exercem suas atividades nas ruas, mercados, feiras, próximo a Estação de Transbordo do Jangurussu e organizados em associações e cooperativas, sobrevivendo da venda desses materiais. Segundo dados da SEPLAN são contabilizados 2.768 catadores através do Cadastro Único do MDS (Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome), contrastando com o total de 367 encontrados no diagnóstico da Sanetal Engenharia e Consultoria e Estudo do Banco do Brasil.

Outros perfis de catadores informais representam a grande maioria desses números. São eles: escolhedor de papel autônomo, lixeiro autônomo sem previdência social e moradores de rua. Estes tipos de catadores costumam alugar carrinhos de depósitos para a coleta de material reciclável e, em troca, lhes vendem esse material pela metade do preço cobrado em outros depósitos. Nestes casos, os envolvidos não são catadores por opção consciente, mas por falta de outras oportunidades.



◀ 25. Gráfico da relação dos catadores de materiais recicláveis em Fortaleza. Fonte: Elaborado pela autora com base no PMGIRS For.

- 26. Tabela de material reciclável por Associação. Fonte: Elaborada pela autora com base no PMGIRS, 2012.

ASSOCIAÇÃO	KG/DIA	N. ASSOCIADOS	KG/PESSOA/DIA
ASCAJAN	2.335	73	32,26
ACORES	525	20	26,25
MARAVILHA	569	05	113,8
ARAN	196	31	6,32
BRISAMAR	1.249	34	36,73
GRUPO DOM LUSTOSA	184	10	18,4
SOCRELP	1.108	40	27,7
VIVA A VIDA	75	05	15
RAIO DE SOL	394	25	15,76
ROSA VIRGÍNIA	605	11	55
PARQUE SANTA ROSA	208	08	26
ROSALINA		25	
QUINTINHO CUNHA	264	04	66
UCAJIR	180	12	15
SERVILUZ, SANTO DIAS, COOBVERDE, RECICLANDO VIDAS, TRAPEIROS DE EMAÚS	1.671	64	26,11
TOTAL PARCIAL	9.583	367	26,11

Vale apontar também a importância dos catadores de materiais recicláveis na coleta domiciliar realizada em todas as regionais da cidade. Após a coleta, o material é entregue ou vendido para intermediários, que repassam para as indústrias beneficiadoras para a geração de novos produtos.

### 3.6 | Parceiros e Programas de Inclusão/Capacitação dos Catadores

Atualmente, alguns parceiros da Prefeitura de Fortaleza auxiliam para articulação e capacitação das associações no município. São eles : Cáritas, Rede de Catadores, Fórum Lixo e Cidadania, Rede Consolida, Fundação Banco do Brasil, Banco do Nordeste, Correios, Petrobras, Habitafor, Órgãos Federais, Aeroporto, Associação de Moradores do Jardim Iracema, Justiça Federal, Universidade Federal do Ceará, Instituto Federal do Ceará. Os projetos visam a alfabetização de adultos, capacitação em vendas, coleta, entre outros.

Como já foi citado anteriormente, algumas redes de supermercado e shoppings também tem sua parcela de contribuição no processo de reciclagem. O Grupo Pão de Açúcar, Extra, Shopping Iguatemi apoiam doando materiais recicláveis para algumas associações, além de contratar associados para triagem de seus materiais dentro dos estabelecimentos comerciais, recebendo treinamento pelo Instituto Brasileiro de Reciclagem. No caso do Banco do Brasil, as agências se organizam para doação de material para as associações mais próximas de cada localidade.

Na Usina de Reciclagem do Jangurussu, desde 2006, funciona um projeto que objetiva minimizar os impactos ambientais gerados pelos resíduos sólidos da cidade. O Projeto Coleta Seletiva – Reciclando a Vida envolve diretamente 115 catadores e catadoras que antes trabalhavam em condições insalubres. Além do enfoque ambiental, o Projeto pretende alertar a sociedade quanto à importância da separação dos resíduos, ademais proporcionar melhores condições de vida e inclusão socio econômica aos profissionais da catação de forma organizada. O projeto inclui ainda a participação dos trabalhadores em cursos e atividades voltadas para a área de administração e para a cidadania.

Os resíduos recicláveis são recolhidos através da doação dos materiais pelos parceiros do projeto ou coletados em cerca de 120 grandes geradores de lixo na cidade. O material vai direto para o Galpão dos Recicláveis, onde é feita a triagem e, depois, a comercialização, pelos próprios catadores e catadoras<sup>23</sup>.

### **3.7 | Canais de comunicação:**

Apesar de ainda pouco abrangentes – e divulgados – a Prefeitura de Fortaleza tem investido em canais que facilitem a participação de gestores e da população nessa questão de resíduos sólidos e sua destinação.

Em 2015, a capital cearense sediou o Fórum Estadual de Gestão Pública em Resíduos Sólidos cujo propósito foi expor soluções práticas para a gestão ambiental das cidades. O fórum teve a participação de gestores públicos, movimentos sociais e representantes da iniciativa privada e

<sup>23</sup> Disponível em: <<http://www.fortaleza.ce.gov.br/emlurb/coleta-seletiva-com-inclusao-do-catador>> Acesso: 30 de julho de 2015.

do meio acadêmico, e os temas discutidos foram os desafios da PNRS, experiências de gestão, inclusão social, logística reversa e os acordos setoriais. O fórum foi gratuito, aberto ao público mediante inscrição prévia.

Outra inovação do mesmo ano foi o aplicativo Central 156. O veículo de comunicação direta foi lançado com o objetivo de aproximar o cidadão e a Prefeitura de Fortaleza. Por meio dele, o usuário poderá denunciar o descarte de lixo em locais inapropriados e solicitar serviços de manutenção da iluminação pública. O diferencial é a possibilidade de interação, sendo possível, inclusive, o envio de foto da irregularidade a ser denunciada.

Aproveitando a oportunidade, foi lançado também o site do Fiscal Cidadão ([www.fortaleza.ce.gov.br/156](http://www.fortaleza.ce.gov.br/156)), para que o fortalezense possa exercer seu papel de cidadão responsável e ajudar na melhoria dos serviços prestados pela Prefeitura. Tanto no site quanto no aplicativo, o usuário tem a opção de acompanhar a denúncia por meio do número de protocolo que é fornecido.



- ▲ 27. Imagens do aplicativo Central 156. Fonte: Imagem própria.



## [4] ESTUDO DE CASOS

Para embasamento e conhecimento técnico-científico sobre o programa desse projeto e suas especificidades, foram estudados projetos - alguns ainda não executados - em diferentes contextos como fontes referenciais de pesquisa.

### 4.1 | Sunset Park Material Recovery Facility

Localização : Nova York, EUA

Autoria: Selldorf Architects

Área : 130.000 m<sup>2</sup>

O Sunset Park é um centro de processamento seletivo de materiais recicláveis situado na ilha de Manhattan, em Nova York, financiado por Sims Recycling Municipal. O projeto, ainda em andamento, possui um terreno de 11 hectares que foi aproveitado de maneira bem racional e funcional.

Reservando 20% de áreas verdes e criando um sistema de circulação diferenciado para visitantes e caminhões de coleta, foi possível instalar um programa de 13.000 m<sup>2</sup> dividido em setores : recebimento de materiais, processamento, armazenagem e administração/ visitação.

A chegada do material é feita por caminhões de coleta e, sobretudo, por barcos e balsas que transportam os resíduos sólidos das demais localidades até o centro de reciclagem.

O projeto vai trazer uma grande contribuição ambiental para Nova York. Além dos inúmeros benefícios ligados a reciclagem dos resíduos sólidos, o transporte do material por barcos e balsas reduz signifi-

cativamente o número de viagens feitas por caminhões de coleta (386.000 km/ano), contribuindo também para a redução da emissão de gases responsáveis pelo Efeito Estufa.

O uso de materiais reciclados são aplicados em todo o projeto: a cobertura do terreno é feita de um composto de vidro reciclado, asfalto e pedra, recuperada a partir da construção do metrô da Second Avenue, enquanto que 98% das construções metálicas são feitas de aço reciclado. Outras estratégias sustentáveis implementadas no projeto incluem a utilização de energia fotovoltaica, proveniente de placas solares, a utilização de energia eólica, através uma turbina que pode gerar 15% da energia da usina, e um sistema de gestão de águas pluviais.

A escolha do Sunset Park como projeto de referência se deu tanto pela interessante solução formal, mesmo sendo este um edifício de natureza industrial, e também pela setorização e racionalização do extenso programa no terreno.

▼ 28. Imagem do masterplan do Sunset Park Material Recovery Facility. Fonte: <<http://www.selldorf.com/projects/featured/sims-sunset-park-materials-recycling-facility/>>

▶ 29. Imagens do projeto Sunset Park. Fonte: <<http://www.selldorf.com/projects/featured/sims-sunset-park-materials-recycling-facility/>>





## 4.2 | Centro de Reciclagem SYDHAVNS

Localização: Copenhague, Dinamarca

Autoria: BIG, David Zahie

Cliente: Amagerfobraending

Área: 1.500 m<sup>2</sup>

Projetado pelo escritório Bjarke Ingels Group (BIG), este Centro de Reciclagem pretende desafiar o costume de implantar de equipamentos dessa natureza em áreas industriais e “cinzas” das cidade. Além da sua natureza técnica/ industrial, o Centro propõe um equipamento de bairro integrado com a natureza do lugar, funcionando também como espaço urbano atraente e vibrante no bairro onde se localiza.

O núcleo do centro de reciclagem, onde se localizam os caminhões e containers de separação, está imerso em meio à uma paisagem interessante, valorizada pelos arquitetos. A cobertura do edifício do centro de reciclagem se confunde com uma grande área verde destinada à atividades de lazer, esporte e contemplação.

Além disso, os colaboradores do projeto pensaram em uma espécie de “percurso do lixo”, o qual, os visitantes e moradores, motivados pela curiosidade, podem aprender mais sobre a reciclagem.

“Em sua forma mais simples, a estação de reciclagem é um modo de começar a pensar em nossas cidades como ecossistemas integrados feitos pelo homem, onde não há distinção entre a frente a parte posterior de uma casa. Em vez disso, um lugar que orquestra todos os aspectos do cotidiano, do consumo à reciclagem, da infraestrutura à educação, da prática ao lúdico em uma paisagem urbana única e integrada de trabalho e brincadeira” <sup>1</sup>

---

Comentário do escritório BIG. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-de-reciclagem-como-um-equipamento-de-bairro>>



- ▶ 30. Imagens do projeto Sydhavns. Fonte: <http://archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-de-reciclagem-como-um-equipamento-de-bairro>
- ▼ 31. Esquema de possíveis atividades no telhado verde. Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-de-reciclagem-como-um-equipamento-de-bairro>



O interessante nesse projeto, mais ainda que o produto arquitetônico em si, é a decisão de trabalhar o equipamento com um propósito educacional, criando uma série de atividades que não são diretamente ligadas à reciclagem, mas que funcionam como incentivos a visita e aprendizagem.

#### **4.4 | Central de Triagem Carolina Maria de Jesus**

Localização: São Paulo

Área: 4.820,97m<sup>2</sup>

A Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus localiza-se na Zona Sul de São Paulo, em Santo Amaro, e foi entregue em 17 de julho de 2014. O financiamento para a construção foi da empresa concessionária Ecourbis<sup>1</sup>, que hoje passa a gerenciar a Central. São 4.820,97m<sup>2</sup> de área construída que permite a separação de até 250 toneladas de materiais recicláveis por dia. A tecnologia, importada da Alemanha e França, permite a separação dos principais componentes recicláveis como papel, papelão, embalagens de cartão para alimentos líquidos, materiais ferrosos e não-ferrosos e plásticos através de sistemas de esteiras, controle computadorizado e agentes ambientais, que realizam a separação manual.

O esquema a seguir explica o caminho do material dentro da Central. Após o recolhimento do lixo seco pelos 17 caminhões que efetua a coleta seletiva nas regiões contempladas pela empresa responsável, o lixo é depositado no pátio de recepção. Uma pá carregadeira se encarrega de levar o lixo, ainda ensacado, para um compactador de lixo que vai abrir estes sacos para facilitar o processo de triagem. Depois de compactados, o lixo é transportado por uma esteira para a primeira fase de triagem: pelo tamanho.

---

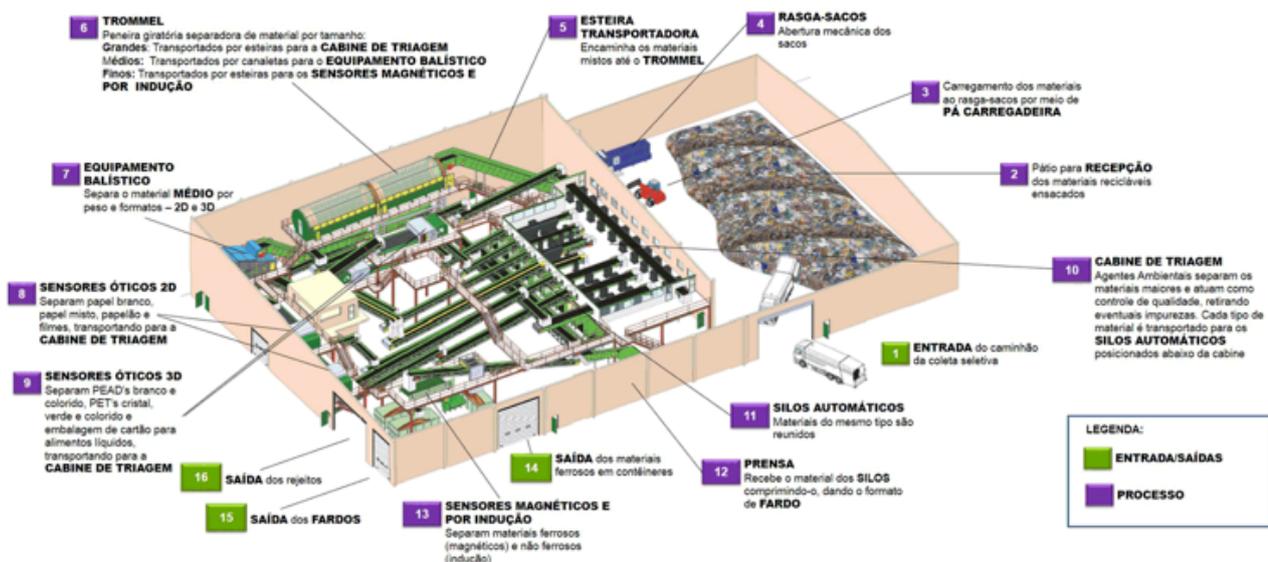
<sup>1</sup> Empresa de limpeza urbana responsável pela coleta e destinação dos resíduos do sudeste da cidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.ecourbis.com.br/site/>> Acesso: 08 de agosto de 2015.

Grandes: transportados por esteiras para a cabine de triagem  
 Médios: transportados por canaletas para o equipamento balístico  
 Pequenos: transportados por esteiras para os sensores magnéticos por indução

O material grande é encaminhado para as cabines de triagem e separado por agentes ambientais – que antes atuavam informalmente como catadores – que realizam um controle de qualidade, descartando o material que possa comprometer os demais. Cada tipo de material é encaminhado por uma esteira que reunirá os resíduos de mesma natureza. O material de tamanho médio passa por uma espécie de scanner que identifica o gênero de cada material e depois os encaminha para as cabines de triagem. O material de tamanho menor passa por sensores que os separam em material ferroso e não-ferroso.

Passado por todas essas etapas, o material triado pode ser encaminhado para as empresas e indústrias que realizam o processo de transformação.

#### O caminho do material reciclável dentro da CENTRAL MECANIZADA DE TRIAGEM - CMT



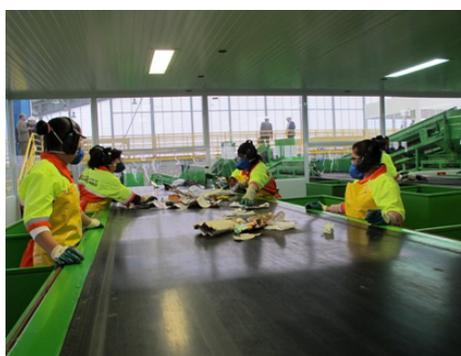
- ▲ 32. Gráfico do caminho do material reciclável na central de triagem Carolina Maria de Jesus. Fonte: <<http://www.ecourbis.com.br/site/noticias.aspx?content=o-caminho-do-material-recicavel-dentro-da-cmt>>

Hoje, com duas Centrais Mecanizadas de Triagem já em funcionamento na cidade de São Paulo, a preocupação é de não deixar os equipamentos ociosos por falta de demanda. Para isso, o foco das ações municipais será na educação da população.

“Teremos mais capacidade de processamento hoje do que o material que os moradores separam. A oferta de serviços passa a ser maior que a demanda”.<sup>2</sup>

Do alto dos galpões foram projetadas passarelas para observação, onde visitantes e alunos de escolas municipais podem acompanhar e aprender sobre todo o processo de triagem dos materiais. A ideia é que a população desenvolva hábitos de separação de lixo em casa e desperte cada vez mais o interesse pelo assunto, contribuindo para que as centrais trabalhem em máxima potência.

- ▼ 33. Imagens do funcionamento da Central de Triagem. Fonte: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/santo\\_amaro/noticias/?p=49064](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/santo_amaro/noticias/?p=49064)>;

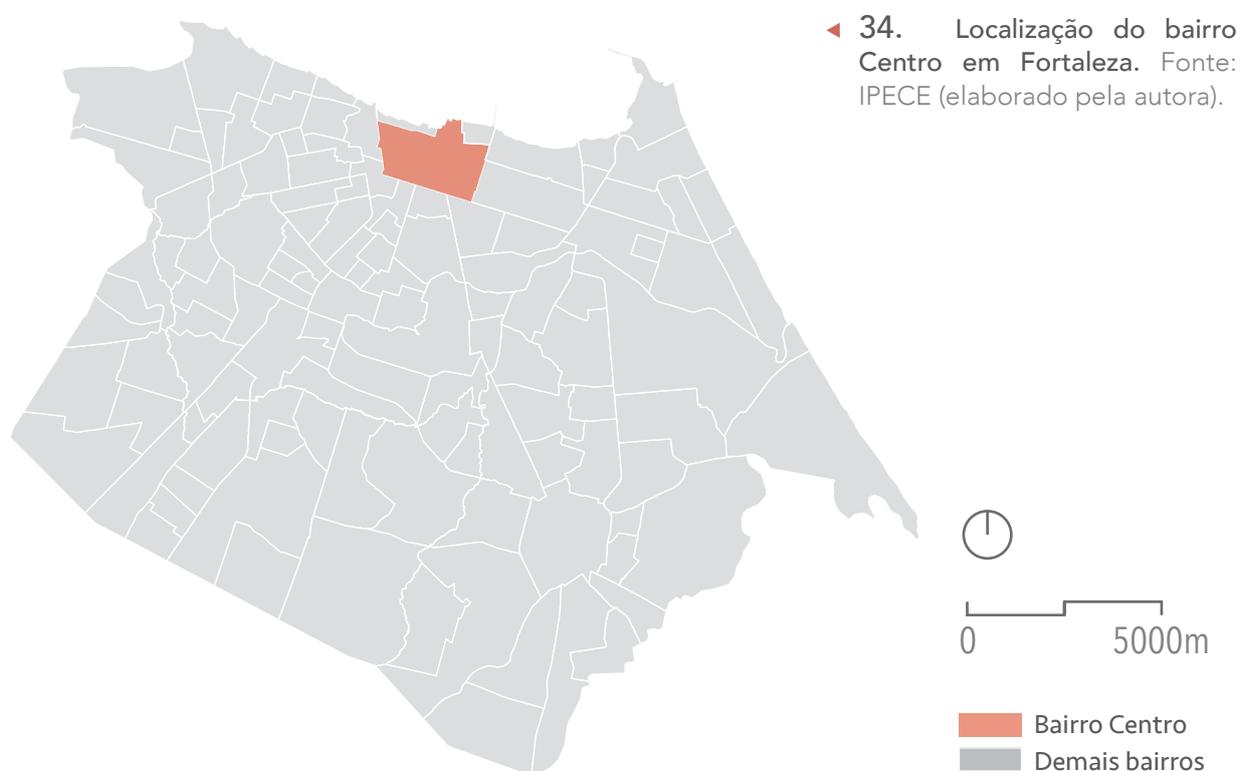


<sup>2</sup> HADDAD, Fernando. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,sp-ja-pode-reciclar-mais-lixo-do-que-produz,1529211>> Acesso: 29 de julho de 2015.





## [5] PROPOSTA DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO CENTRO



De modo geral, podemos dizer que, em Fortaleza, os habitantes ainda não possuem o hábito de separação de resíduos e reciclagem. Construir um equipamento de grandes dimensões voltado para a reciclagem, em Fortaleza, sem um trabalho educativo em paralelo, significaria cometer o mesmo equívoco que algumas cidades brasileiras – como São Paulo – cometeram: equipamentos de enorme capacidade técnica ociosos pela falta de ‘colaboração’ por parte da população.

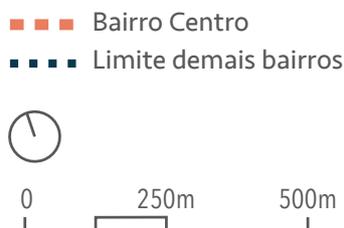
Por isso, para a realização de um projeto dessa natureza, fez-se necessárias algumas intervenções urbanas de caráter educativo com o objetivo de promover o interesse e a colaboração da população no processo de reciclagem.

A ideia é que em cada bairro, dependendo do tamanho e da quantidade de resíduos sólidos por ele gerado, possua seu próprio 'Plano de Gestão' composto por pequenas intervenções urbanas e um Centro de Reciclagem Educacional (RECICLO) – um misto de equipamento de triagem com atividades educativas. Esses novos Planos de Gestão seriam de competência da Regional (SER) que compreende cada bairro.

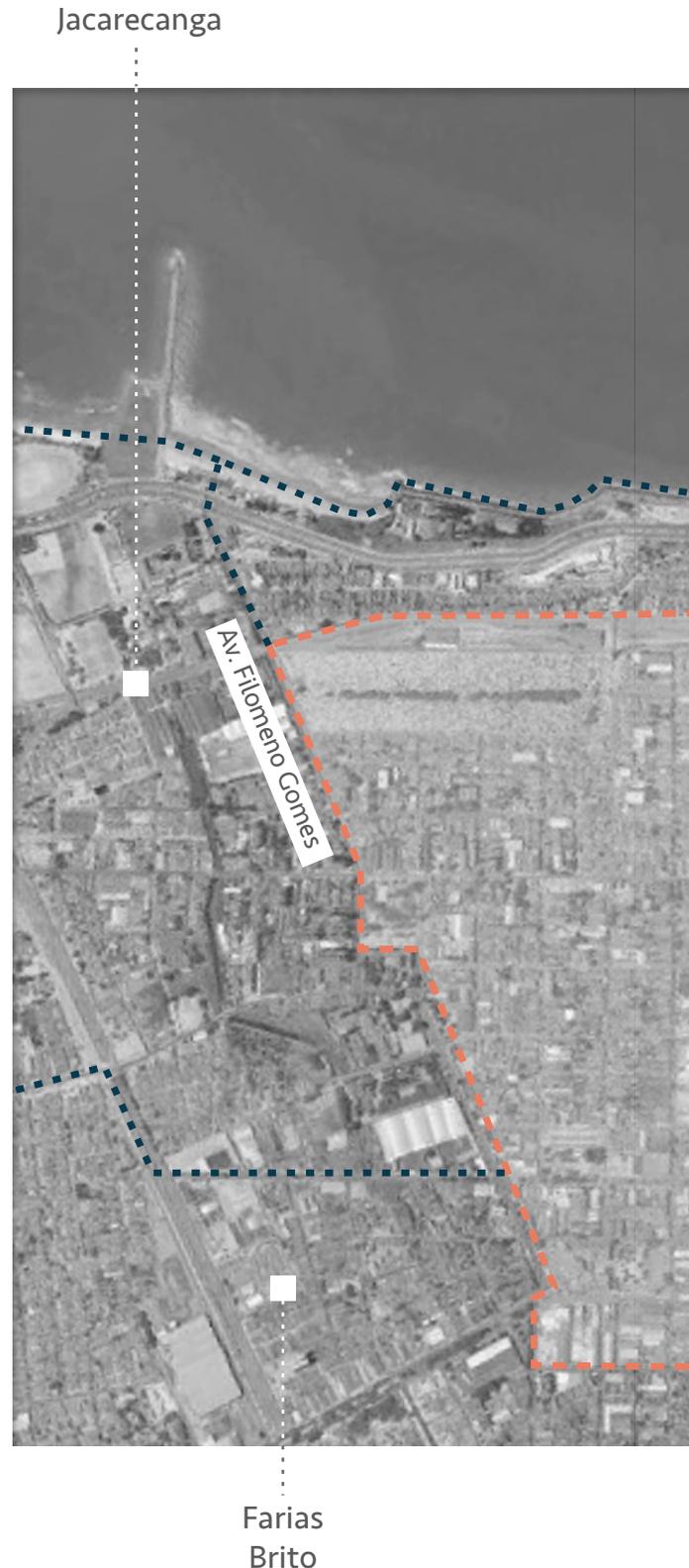
Dessa forma, a mudança poderá acontecer de maneira gradativa, evitando ociosidade operacional desses equipamentos, além de garantir economias com o transporte do material coletado com a diminuição dos deslocamentos.

### 5.1 | Macrolocalização

A zona central de Fortaleza, definida pelo bairro Centro, possui uma área de 546,6 ha e tem seus limites definidos à norte pela orla e pelos bairros Moura Brasil e Praia de Iracema; à leste, Meireles e Aldeota; ao sul, pelos bairros Farias Brito, Benfica, José Bonifácio e Joaquim Távora; e, a oeste, pelo bairro Jacarecanga.



- ▶ 35. Limites do Centro em relação a outros bairros. Fonte: Google Earth (elaborado pela autora).

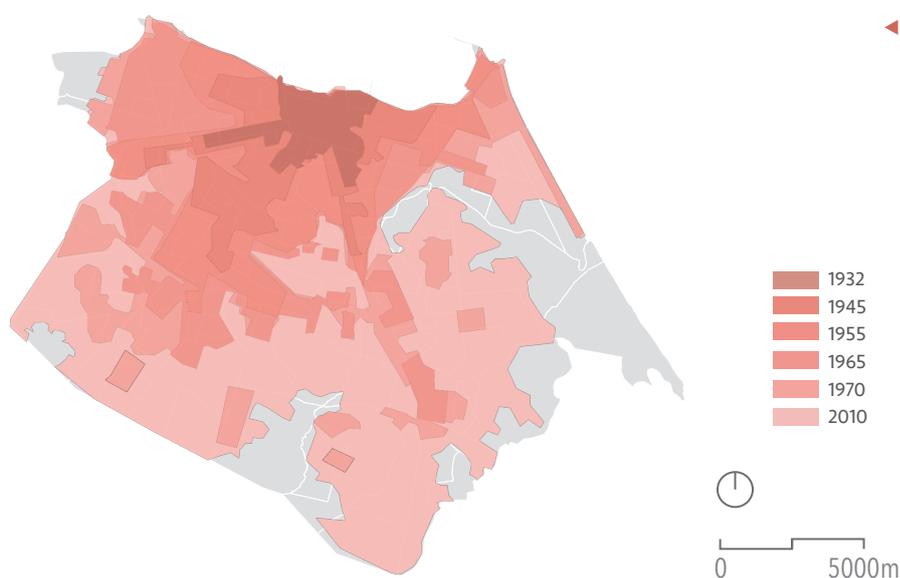




## 5.2 | Características Gerais:

Devido às suas especificidades em relação à gama de equipamentos públicos e de interesse históricos e intenso comércio, o bairro Centro acabou recebendo um tratamento individualizado por parte do Poder Público, resultando na criação da SERCEFOP – a Regional do Centro. Esse órgão municipal é responsável pela execução, gerenciamento e assessoria de políticas públicas relativas à área central da cidade.

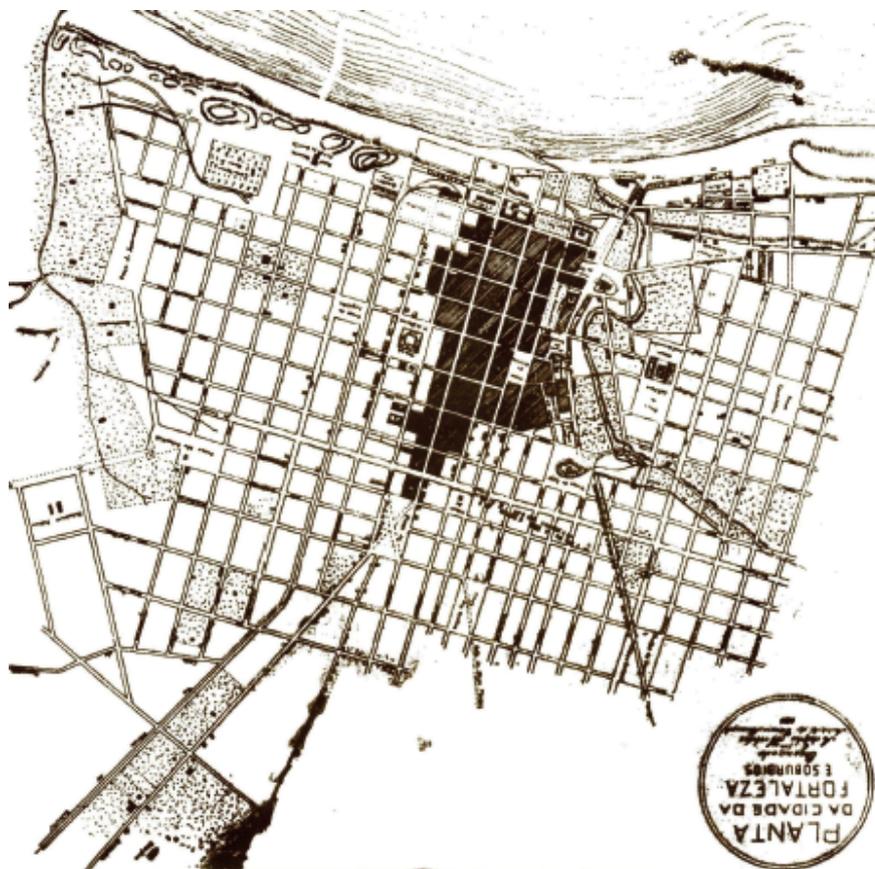
O mapa a seguir mostra que a evolução urbana de Fortaleza sempre esteve ligada ao Centro. Durante muitos anos, o bairro foi o principal pólo urbano e, apesar da grande dispersão urbana com o crescimento do município, o bairro central não deixou de ter o seu potencial, principalmente o econômico.



◀ 36. Mapa da evolução urbana do município de Fortaleza. Fonte: Elaborado pela autora com base na Mostra virtual Fortaleza 2040, 2015.

No Centro, encontramos os principais conjuntos arquitetônicos de interesse histórico da cidade. São eles: o acervo da Rua Dr. João Moreira, o entorno da Praça do Ferreira; as intermediações do Forte Nossa Senhora da Assunção, englobando a Santa Casa de Misericórdia, o Passeio Público, a antiga Cadeia Pública, funcionando atualmente como Centro de Turismo, e o Museu da Indústria; Praça dos Leões, Paço Municipal, Parque da Criança, Praça José de Alencar, entre outros.

- ▶ 37. Planta da cidade de Fortaleza de Aldolpho Herbster. Fonte: Mostra virtual Fortaleza 2040, 2015.



A malha viária do bairro, dimensionada durante o século 19 com o plano de Aldolpho Herbster, hoje sofre com grandes congestionamentos, ocupação irregular das calçadas e a falta de cuidado e manutenção. Mesmo com a existência de algumas vias de pedestres – Rua Pedro Borges, Rua Guilherme Rocha, Rua Liberato Barroso – a prioridade no bairro ainda são os veículos particulares.

De modo geral, o relevo do bairro caracteriza-se por ser uniforme e sem grandes declives, exceto na área próxima ao Mercado Central onde sofre um desnível de aproximadamente 17 metros em relação ao nível do mar.

Quanto aos recursos naturais, destacamos o Riacho Pajeú, corpo hídrico que definiu o sentido de crescimento da cidade em virtude da proximidade de água potável. Cortando o bairro no sentido norte-sul, o Riacho atualmente tem sido seriamente negligenciado, sendo deixado quase sempre voltado para o fundo de lotes, como é o caso, inclusive, do novo Mercado Central.

### 5.3 | Resíduos Sólidos e o Centro de Fortaleza

Segundo dados do relatório da Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle de Serviços Públicos de Saneamento Ambiental (Acfor), de 2014, o Centro e bairros da Regional II, aparecem como maiores geradores de lixo doméstico por habitante. As taxas são de 2,03 e 1,0 quilos diários por pessoa, respectivamente.

Em números absolutos, a Regional VI registrou a maior geração de lixo em 2014, tanto na coleta domiciliar quanto na especial urbana. A região concentra 24% da população de Fortaleza em bairros como Messejana, Passaré e Cidade dos Funcionários. Em contrapartida, o Centro concentra apenas 2% da população e a produção de resíduos é em média 40 toneladas por dia. Isso se dá devido ao intenso comércio e fluxo de pessoas que circulam no bairro.

Os mapas a seguir mostram o quanto o bairro é um polo atrativo diário em virtude dos serviços ofertados.

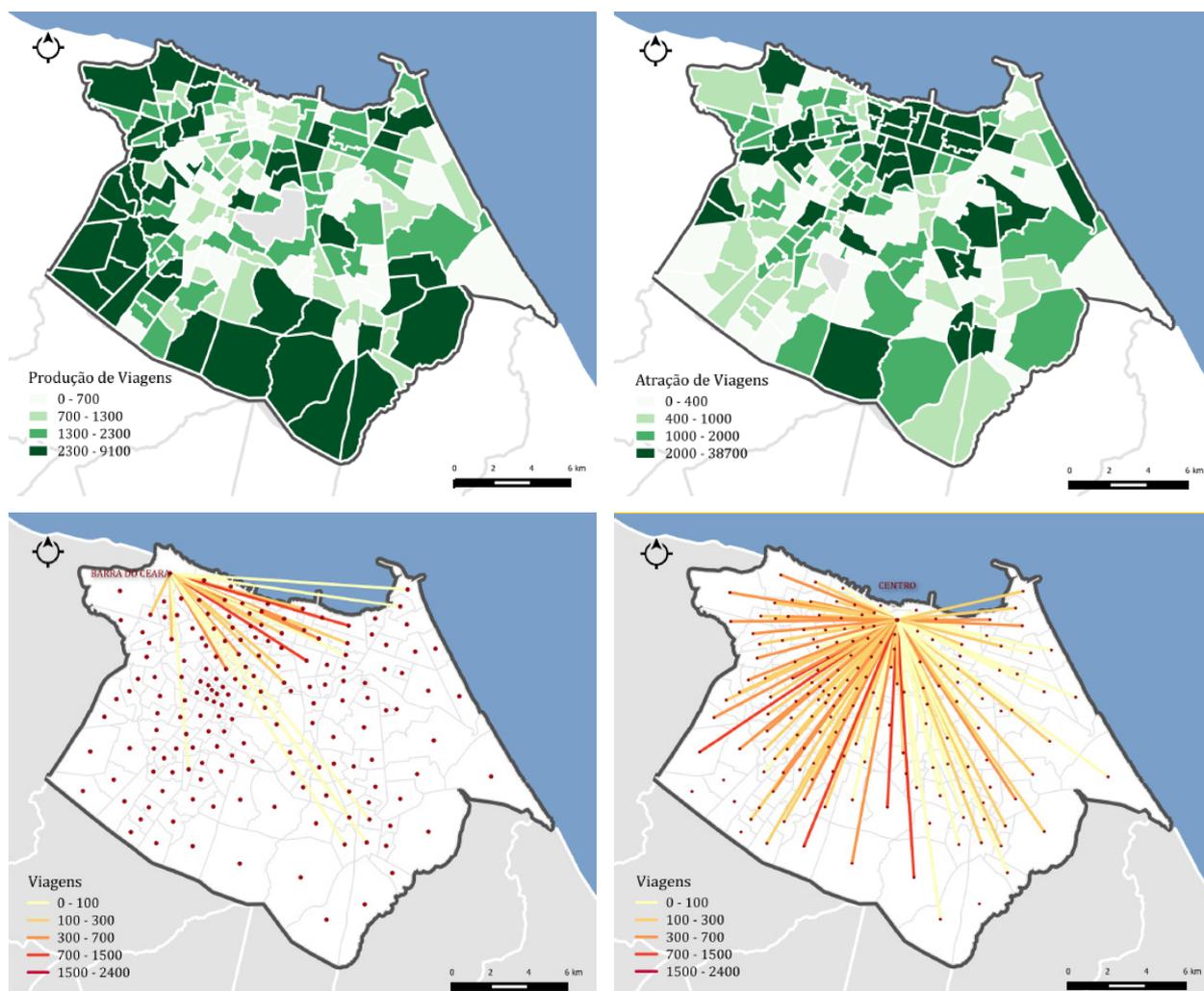
Ainda que 129 profissionais de limpeza – das empresas EMLURB e ECOFOR – atuem na varrição da área todos os dias, a população parece não ter consciência dos sérios problemas gerados pelo mau gerenciamento do lixo urbano. Poucas horas após a ação dos garis na limpeza urbana, as ruas já voltam a estar poluídas.

Na tentativa de diminuir a quantidade de resíduos nas ruas, o Poder Público tem apostado em abordagens educativas para a conscientização da população. A ideia é orientar a transeuntes e funcionários das atividades comerciais sobre as práticas adequadas em relação ao lixo para efeito de coleta pública.

O articulador da Coordenadoria Especial de Limpeza Urbana da SCSP, Waldemberg Lima, orienta que “é de fundamental importância que a colocação do lixo somente aconteça nos dias e horários programados para a coleta, ensacado ou dentro de tambor, na calçada do imóvel ou da atividade<sup>3</sup>.”

---

Reportagem do jornal O Povo dia 12.08.2015. Disponível em: <<http://www.opovo.com.br/app/opovo/cotidiano/2015/08/12/noticiasjornalcotidiano,3484905/o-desafio-de-manter-o-centro-limpo.shtml>>



Outra iniciativa que vem sendo feita, é a implantação de containers subterrâneos – denominados bigtainers - que servem para armazenar os resíduos sem que estes ocupem espaço nas calçadas, nem sejam levados pelos ventos ou espalhados por moradores e animais de rua. Os bigtainers também possuem a grande vantagem de reduzir a quantidade de viagens dos caminhões de coleta, já que armazenam mais resíduos que as pequenas lixeiras comuns. Os containers já instalados estão nas praças do Ferreira, José de Alencar e Murilo Borges<sup>4</sup>.

- ▲ 38. Mapas de produção e atração de viagens para o bairro Centro diariamente. Fonte: Mostra virtual Fortaleza 2040, 2015.

Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/tres-pracas-do-centro-recebem-bigtainers-1.624820>>

## 5.4 | Plano de Coleta do Centro

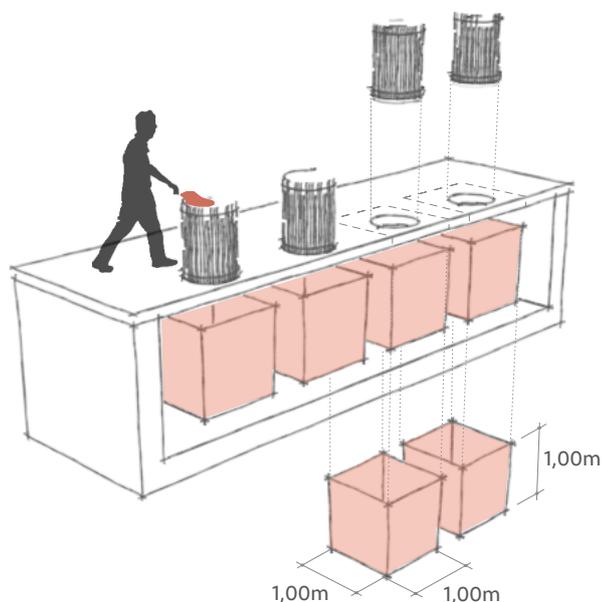
Visando a redução na disposição de resíduos sólidos no ASMOC, a conscientização sobre consumo e descarte, a crescente inclusão da população nos processos de separação de resíduos e o conseqüente aumento nas taxas de reciclagem, pensou-se num Plano de Coleta, composto por algumas iniciativas de fácil execução e de custo reduzido para serem implementadas no bairro.

O Plano de Coleta do Centro compreende as seguintes intervenções:

1. Instalação de containers subterrâneos em pontos com grande fluxo de pessoas – praças, parques, passeios largos ou vias pedonais;
2. Instalação de PEV's próximos a grandes estabelecimentos comerciais;
3. Desenvolvimento de uma comunicação visual educativa e convidativa à visita da Fábrica Escola RECICLO;
4. Implantação de um equipamento de triagem de resíduos sólidos urbanos, com foco na educação ambiental - a Fábrica Escola RECICLO;

A primeira intervenção visa ampliar e adaptar o projeto, já existente em algumas praças da capital, de containers subterrâneos para que a coleta de resíduos seja cada vez mais otimizada.

Com um mapeamento do bairro, foi possível dispor os 'bigtainers' em outras praças e propor modelos menores de containers (3m<sup>3</sup> e 5m<sup>3</sup>) para serem instalados em passeios com dimensões razoáveis. Dessa forma, será possível atender localidades do bairro que ficam distantes de qualquer praça. Como citado anteriormente, a implantação dessas 'lixerías subterâneas' garantem a manutenção da limpeza das ruas e trazem economias com a redução das viagens dos caminhões de coleta. Além disso, com a orientação correta da população em relação a disposição do material, os containers possibilitam a otimização dos resíduos sólidos já que ficam reduzidos o número de rejeitos.



- 1 Lixeiras externas e de aço galvanizado com "fundo falso".
- 2 Com maior capacidade de armazenamento, os containers reduzem os custos de transporte de coleta.
- 3 Containers de capacidade de 3m<sup>3</sup> e 5m<sup>3</sup> se adaptam a diferentes larguras de passeios.
- 4 A abertura da tampa no nível da calçada permite o recolhimento do container com ajuda de um caminhão grua.

- ▲ 39. Esquema de lixeiras subterrâneas (containers).  
 Fonte: Elaborado pela autora com base nos modelos fabricados pela empresa Sotkon Waste System.

Os PEV's – Pontos de Entrega Voluntária – serão espalhados prioritariamente próximos a espaços urbanos com grande demanda de público, como estabelecimentos comerciais de médio e grande porte, escolas, universidades e estações de modais de transporte.

A medida também é baseada em uma iniciativa já recorrente da Prefeitura de Fortaleza em outras localidades, no intuito de elevar a participação do público que circula diariamente no Centro da cidade. Em dezembro de 2015, foram instalados PEV's nos terminais de ônibus da Parangaba, Papicu, Siqueira e Antônio Bezerra.

O material reciclável recolhido tanto nas lixeiras subterrâneas como nos PEV's serão

- ▶ **40. Mapeamento de PEV's e lixeiras subterrâneas (containers) no Centro.** Fonte: Google Earth (modificado pela autora).

destinados em parte à Rede de Catadores e o restante segue para a Fábrica Escola RECICLO para a sua devida triagem, processamento e compactação. De lá, o material, pronto para ser reutilizado, segue para as indústrias transformadoras, enquanto os rejeitos seguem para o ASMOC.

O terceiro ponto do Plano compreende um trabalho de comunicação visual educativa e informativa em placas ou tótenes dispostos no espaço público e nas próprias lixeiras espalhadas no bairro. A ideia é chamar atenção dos transeuntes com mensagens interativas e dicas para manter a cidade limpa, colaborando com hábitos ambientalmente corretos como a coleta seletiva, além de induzir a população a visitar a Fábrica Escola RECICLO.

Por fim, a implantação da Fábrica Escola RECICLO, atendendo a demanda de resíduos sólidos gerados no Centro, será objeto de estudo no capítulo a seguir.

#### LEGENDA:

-  Espaços Públicos
-  PEV's propostos
-  Lixeiras subterrâneas propostas

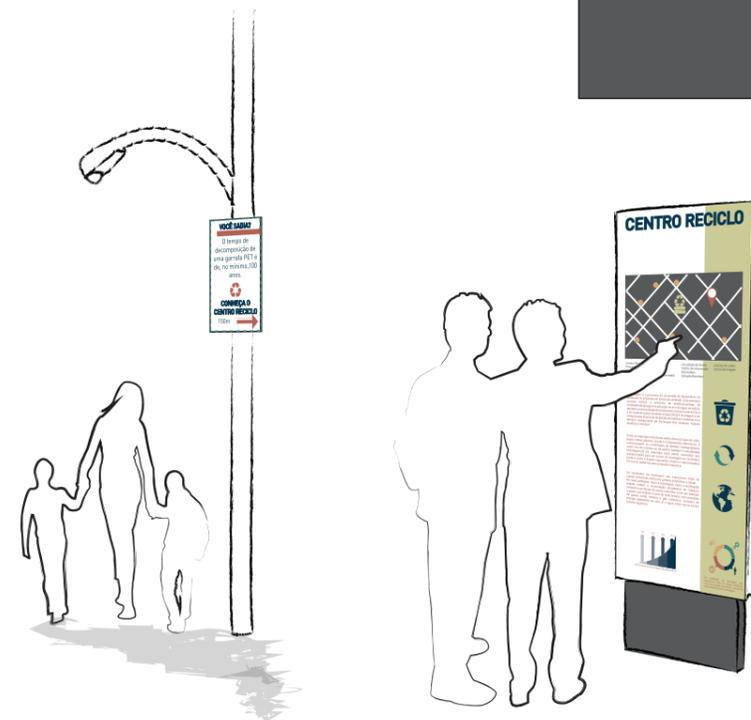
#### ESPAÇOS PÚBLICOS

1. Mercado São Sebastião
2. Estação São Benedito
3. Praça Clóvis Beviláqua
4. Praça do BNB
5. Parque da Criança
6. Praça CDL
7. Praça Colégio Militar
8. Mercado dos Pinhões
9. Seminário da Prainha
10. Praça Dragão do Mar
11. Mercado/ Catedral
12. Passeio Público
13. Praça do Ferreira
14. Praça José de Alencar
15. Estação João Felipe
16. Praça do Liceu



0 250m 500m





▲ 41. Imagens de sugestão de modelos de comunicação visual propostos no bairro. Fonte: Elaborado por Bárbara Nascimento.





## [6] O PROJETO FÁBRICA ESCOLA RECICLO

### 6.1 | Definição e caracterização do terreno

Para atender a intensa demanda de produção de lixo no Centro (SERCE-FOR), optou-se por trabalhar o equipamento no próprio bairro - ou nos limites deste. Dessa forma, ficam reduzidos os gastos com o transporte e coleta dos materiais recicláveis, tornando assim o edifício economicamente sustentável.

Em se tratando de um equipamento misto que envolve processos industriais de baixo impacto, armazenamento e despacho de materiais secos, programas educacionais e venda de matéria bruta ou artefatos produzidos por artesãos e profissionais de design, não foi possível caracterizar o edifício em nenhum dos usos presentes na atual legislação vigente do município (PDD/LUOS), sendo este considerado, portanto, como um Projeto Especial.

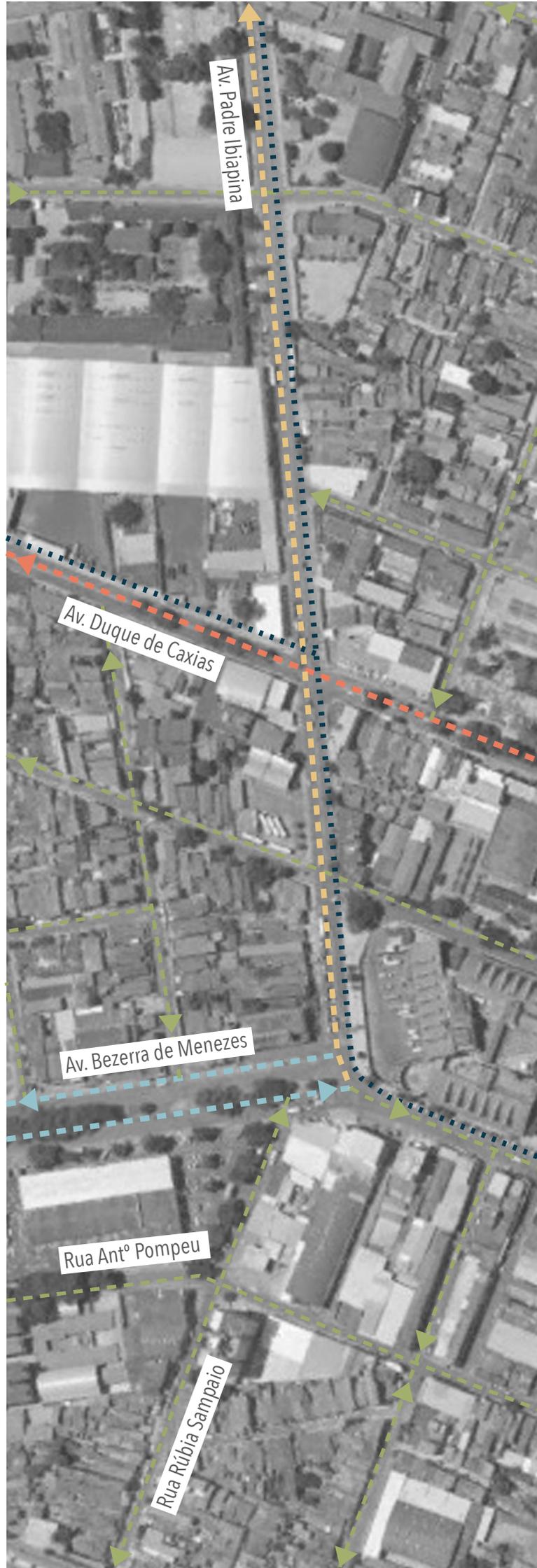
Porém, para efeito de índices urbanísticos, consideraremos o edifício sendo do subgrupo 'Limpeza Urbana' (SOE) de porte acima de 2500m<sup>2</sup> de área construída. Desta forma, será possível balizar o projeto segundo as normas presentes na legislação.

PARÂMETROS URBANÍSTICOS	
Zona	Zona de Ocupação Preferencial 1 - ZOP 1
Grupo	Serviços
Subgrupo	Serviços de Oficina e Especiais - SOE
Atividade	Limpeza Urbana (Coleta de Lixo) - Garagem e Oficina
Recuos	Frente, Lateral, Fundo - 10m
Taxa de Permeabilidade	30%
Taxa de Ocupação	60%
Taxa de Ocupação do SS	60%
Índice de Aproveitamento Básico/ Máx.	3
Índice de Aproveitamento Mínimo	0,25
Altura Máxima da Edificação	72m
Dimensão Mínima do Lote	Testada 5m; Profundidade 25m; Área 125m <sup>2</sup>

- 42. Parâmetro urbanísticos adotados.  
Fonte: PDDU FOR

Sendo localizado à oeste do Centro, o terreno escolhido possui três frentes, correspondentes às ruas locais Dom Pedro I e Teresa Cristina e à via arterial (tipo II) Avenida Duque de Caxias. A outra divisa se dá com edificações. Faz-se importante destacar algumas outras vias que possibilitam a chegada do material reciclável no terreno, por exemplo: Avenida do Imperador, Avenida Tristão Gonçalves, Rua Antônio Pompeu. Outras vias à oeste possibilitam o escoamento de material impróprio para reciclagem para o ASMOC: Avenida Bezerra de Menezes (expressa) e Avenida Padre Ibiapina (coletora).

- ▶ 43. Mapa do Sistema Viário num raio de 500m do terreno do projeto. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).





Rua Agapito dos Santos

Rua Padre Mororó

Rua Teresa Cristina

Rua Guilherme Rocha

Rua Liberado Barroso

Rua Pedro Pereira

Rua Dom Pedro I

Av. Duque de Caxias

Rua Meton de Alencar

Rua Princesa Isabel

Av. do Imperador

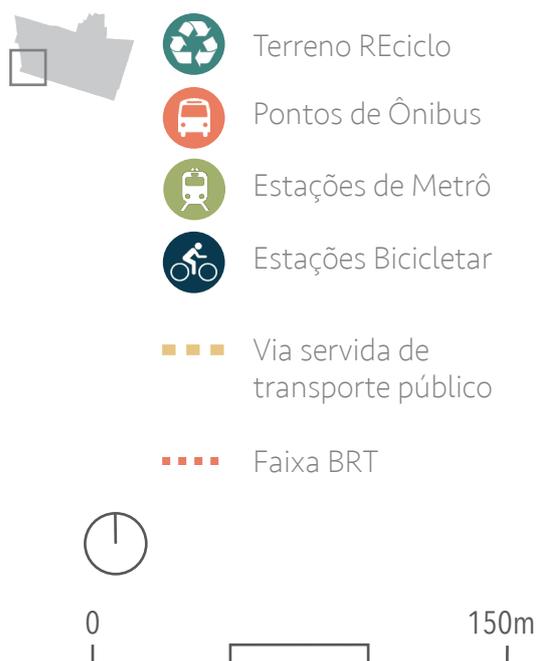
Av. Tristão Gonçalves

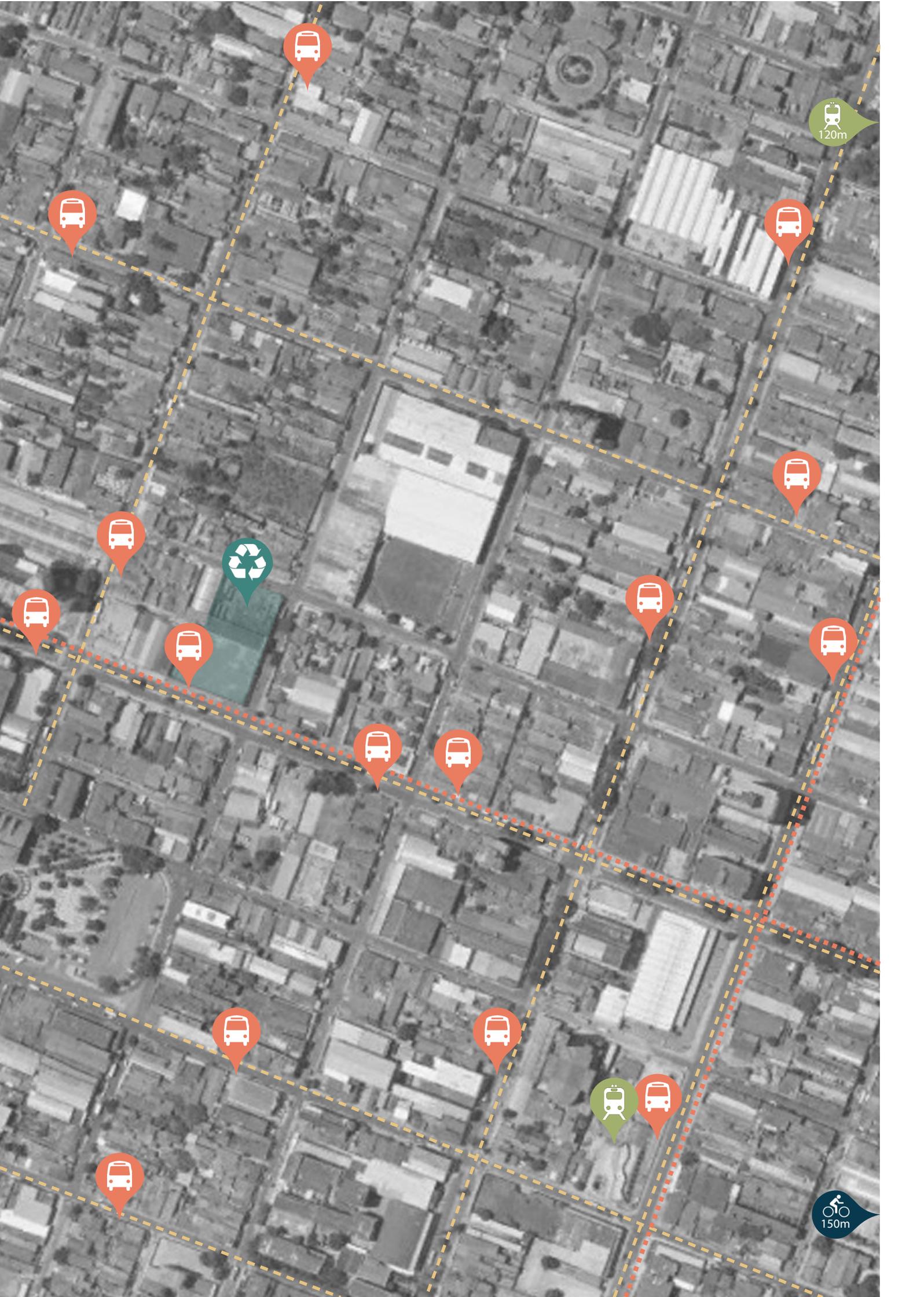
Rua Clarindo de Queiroz



O terreno do projeto é bem servido de transporte público, o que facilita o acesso de trabalhadores e visitantes ao local. A Av. Duque de Caxias possui faixa exclusiva e pontos de ônibus em frente ao terreno nos dois sentidos e, num raio de aproximadamente 300m e 500m, encontram-se as estações de metrô São Benedito e José de Alencar, respectivamente. Até o presente momento, a rede cicloviária não atende diretamente o sítio, embora já existam estações de bicicletas compartilhadas – Bicicletar – a um raio de 700m (Praça Otávio Bonfim) e 800m (Praça da Bandeira).

- ▶ 44. Mapa de Mobilidade num raio de 500m do terreno do projeto. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).

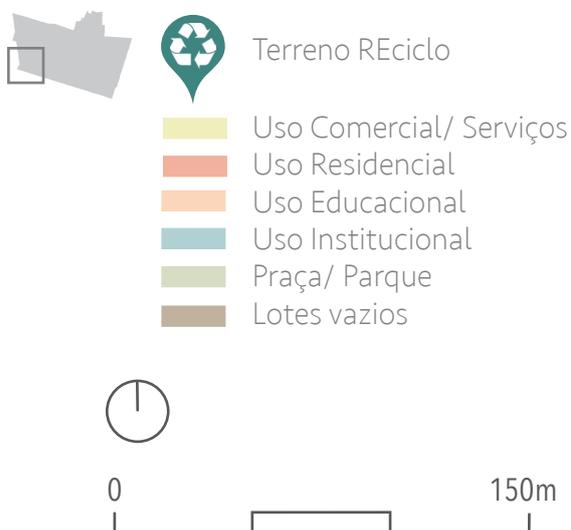




Com uma breve análise dos usos da região, pôde-se observar que as atividades presentes no entorno são compatíveis com as do objeto proposto. São galpões comerciais atacadistas, depósitos de materiais, comércio de ferragens e sucatas. Notou-se também a baixa predominância de usos residenciais, ponto a ser levado em consideração devido a eventuais ruídos provenientes dos caminhões de coleta e de qualquer outro maquinário utilizado no projeto.

Foram levantados alguns equipamentos institucionais, de educação, saúde, comércio de grande porte e áreas verdes ou praças nas proximidades do terreno citado, como pode ser observado no mapa ao lado.

- ▶ 45. Mapa de Uso do solo num raio de 500m do terreno do projeto. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).





Verifica-se que o entorno do sítio é de gabarito predominantemente baixo, principalmente a leste e sul, tornando a ventilação, vinda de leste e sudeste, privilegiada. A ausência de grandes gabaritos no entorno também permite explorar a iluminação natural, tornando a edificação proposta, se adequadamente projetada, mais eficiente e econômica.

- ▶ 46. Mapa de gabaritos das edificações do entorno do terreno do projeto. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).



0 150m





Atualmente funcionando parte como um estacionamento privativo de uma pequena célula religiosa e outra parte como um vazio urbano, o terreno encontra-se escasso em vegetação de grande porte. Na região desocupada, é possível encontrar vários arbustos cercados por muros em ruim estado de conservação. Já na área do estacionamento, a vegetação é totalmente ausente. Entretanto, é possível encontrar algumas árvores de médio porte e alguns arbustos ao longo dos passeios e ao longo do meio fio das vias que o acessam.

A topografia em questão apresenta poucas variações de cotas altimétricas, sendo possível considerar o terreno como sendo praticamente plano.



▼ 47. Fotos do terreno e seu entorno imediato.  
Fonte: Acervo pessoal



## **6.2 | Programa de Necessidades**

A Fábrica Escola RECICLO foi pensada como uma alternativa sustentável de reciclagem e educação. Trata-se de um Centro de Reciclagem voltado para a educação ambiental, estudos do ciclo de vida dos materiais, interatividade e compartilhamento de informações – um veículo para o cidadão aprender sobre a importância do seu papel nos processos de reciclagem. Neste espaço, acontecem etapas fundamentais que possibilitam a realização da reciclagem: triagem, separação por tipo, processamento, compactação do material e despacho para as indústrias recicladoras.

No intuito de salientar a importância de um grande trabalho de conscientização e reeducação ambiental na população da capital alencarina, propõe-se um outro setor da Fábrica Escola RECICLO: o educacional. A proposta é criar um espaço voltado para capacitação de agentes que trabalham na catação, mas que também se ofereça cursos, palestras e exposições educativas sobre o tema para os habitantes e frequentadores do bairro, como uma forma de promover e despertar o interesse destes a participarem do processo. Foram propostos alguns espaços para atrair esse outro público: loja, espaço para exposições, auditório, salas para cursos e oficinas de design e artesanato, salas de pesquisa e experimentação, organização de visitas interativas, onde o visitante pode ver, aprender, colaborar e criar novos objetos com o 'lixo'.

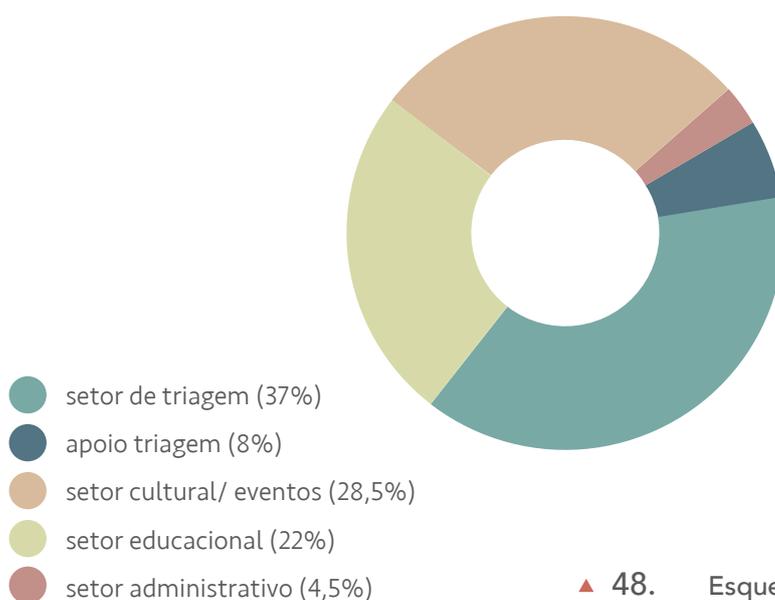
O público alvo da Fábrica Escola RECICLO é desde alunos das escolas públicas e/ou particulares e das universidades; moradores que têm interesse em conhecer mais a fundo os processos da reciclagem; estudantes e pesquisadores da área; catadores cadastrados na prefeitura, que podem vir a ser os novos funcionários nos Centros de Triagem como agentes internos ou externos; empresas parceiras que podem contribuir com seu material por meio da venda e/ou doações; e as indústrias recicladoras que compram os fardos já compactados e prontos para reutilização do material em novos produtos.

Buscando sustentabilidade e viabilidade econômica, o equipamento foi pré dimensionado para atender a demanda de resíduos sólidos gerados no bairro Centro, em Fortaleza. Atualmente, 40t de resíduos sólidos diários são coletados no bairro, sendo que destes, menos da metade é destinado adequadamente para a reciclagem. Com a instalação da Fábrica Escola RECICLO, junto com as demais associações e catadores avulsos que atendem a coleta do bairro, será possível alcançar novos e bons números.

Considerando que cada triador interno consegue uma produtividade de aproximadamente 200kg por dia, estima-se que o Galpão RECICLO possa trabalhar com uma capacidade para 6.000kg de resíduos diários, cerca de 17% do que é produzido diariamente no bairro.

Ao todo, cerca de 66 funcionários serão beneficiados com a criação da Fábrica Escola RECICLO, além de parceiros e outros trabalhadores informais que podem também participar deste ciclo.

A tabela na página a seguir especifica o dimensionamento de cada ambiente, totalizando 4.575,60 m<sup>2</sup> de área construída.



▲ 48. Esquema de áreas do Programa de Necessidades. Fonte: Elaborado pela autora.

ADMINISTRAÇÃO	QNT.	ÁREA (m <sup>2</sup> )
ADM TRIAGEM	1	31,83
FINANCEIRO/ RH	1	17,12
DIRETORIA	1	21,32
SALA DE REUNIÕES	1	34,61
		104,88

CULTURAL/ EVENTOS	QNT.	ÁREA (m <sup>2</sup> )
RECEPÇÃO	1	76,64
MEMORIAL DO LIXO	1	72,35
AUDITÓRIO	1	206,15
CABINE PROJEÇÃO	1	11,38
CAMARIM C/ WC	1	13,63
EXPOSIÇÕES TEMPORÁRIAS/ MULT	1	196,26
CAFÉ	1	9,55
LOJA	1	24,32
BANHEIROS		
WC MASC.	1	26,63
WC FEM.	1	24,47
WC PNE	1	5,85
		667,23

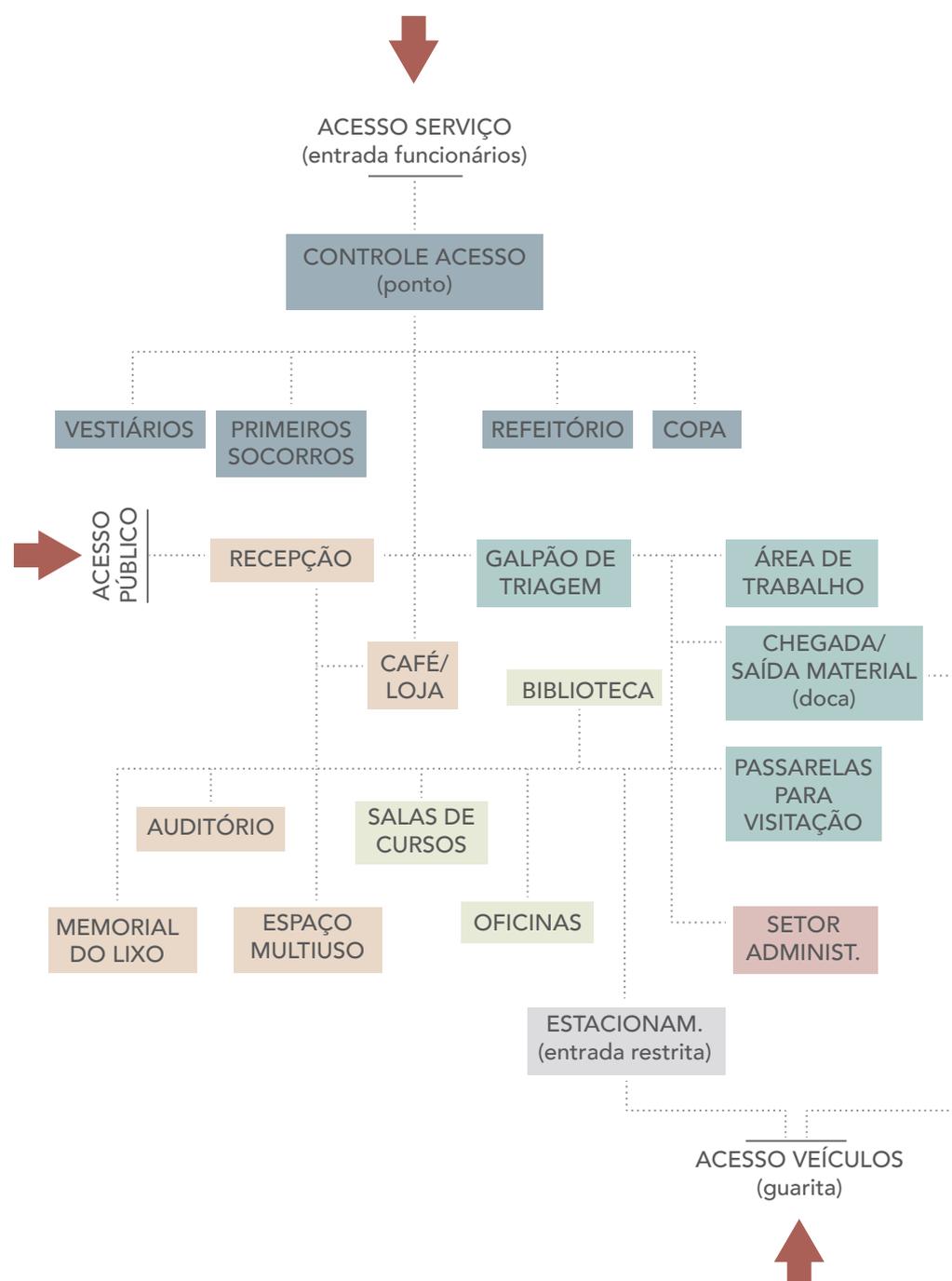
EDUCAÇÃO/ CAPACITAÇÃO	QNT.	ÁREA (m <sup>2</sup> )
BIBLIOTECA	1	
APOIO BIBLIOTECÁRIO	1	22,93
ACERVO LOCAL	1	48,13
ÁREA DE LEITURA	1	72,94
OFICINA DE RECICLAGEM	1	50,49
OFICINA CRIATIVA	1	50,43
SALAS DE AULA	3	40,32
SALA DE INFORMÁTICA/ PESQUISA	1	40,32
DEPÓSITOS	2	8,89
BANHEIROS		
WC MASC.	2	19,25
WC FEM.	2	19,34
WC PNE	2	4,96
		511,08

TRIAGEM	QNT.	ÁREA (m <sup>2</sup> )
RECEPÇÃO DE MATERIAL	1	129,96
TRIAGEM PRIMÁRIA	1	168,16
ARMAZENAMENTO POR TIPO	1	153,21
PRENSAGEM (ENFARDAMENTO)	1	147,13
DESPACHO FARDOS	1	25,32
DEPÓSITOS	2	9,34
PASSARELAS PARA VISITAÇÃO	1	222,58
		865,04

ATIVIDADES DE APOIO (TRIAGEM)	QNT.	ÁREA (m <sup>2</sup> )
CONTROLE ACESSO FUNCIONÁRIC	1	13,15
COPA	1	24,29
REFEITÓRIO	1	70,86
AMBULATÓRIO	1	14,69
VESTIÁRIOS		
VEST. MASCULINO	1	35,23
VEST. FEMININO	1	33,97
		192,19

OUTROS ESPAÇOS	QNT.	ÁREA (m <sup>2</sup> )
CIRCULAÇÕES PÚBLICO		<b>368,35</b>
CIRC. EVENTOS	1	144,21
CIRC. RECEPÇÃO	1	37,56
CIRC. BIBLIOTECA	1	75,65
CIRC. SALAS DE AULA	1	110,93
CIRCULAÇÕES RESTRITAS		<b>162,58</b>
CIRC. FUNCIONÁRIOS	1	51,3
CIRC. TRIAGEM	1	87,6
CIRC. CAIXA D'ÁGUA	1	23,68
ESCADAS E ELEVADORES		<b>147,98</b>
GALPÃO TÉRREO	1	15,26
GALPÃO 1o PAVIMENTO	1	12,8
SUBSOLO	1	16,97
TERREO, 1o E 2o PAVIMENTOS	3	27,57
ESCADA SEGURANÇA SS	1	24,01
ESCADA SEGURANÇA TERRE	1	15,37
ESCADA SEGURANÇA 1o E 2o	2	19,85
ESCADA SEGURANÇA COB.	1	16,15
LAJE DE SEGURANÇA	1	58,18
TETO VERDE	1	351,65
CASA DE MÁQUINAS	1	28,32
CAIXA D'ÁGUA	1	64,91
BOMBAS	1	4,67
CISTERNA	2	21,1
ESTACIONAMENTO (36 VAGAS)	1	1006,6
GERADOR	1	20,84
BICICLETÁRIO	1	
ECOPONTO	2	
COMPOSTAGEM	1	
		2235,18

**TOTAL:** !"#"\$%



- ◀ 49. Tabelas com ambientes e áreas do Programa de Necessidades. Fonte: Elaborado pela autora.
- ▲ 50. Fluxograma de funcionamento da Fábrica Escola RECICLO. Fonte: Elaborado pela autora.

### 6.3 | Partido Arquitetônico

O projeto da Fábrica Escola RECICLO tem como premissa a integração de um equipamento de caráter industrial com um equipamento educacional e cultural, e sua devida conexão com a cidade. Determinaram-se, inicialmente, alguns princípios gerais para que estes servissem como ponto de partida para a elaboração do projeto. Os princípios adotados foram :

#### (1) Divisão dos fluxos :

Por tratar-se de um equipamento que atende usuários de perfis diferentes, definiu-se os fluxos separadamente dos funcionários internos, dos agentes externos (que trazem o material) e do público em geral.

#### (2) Integração interior-exterior

A premissa implica em propor um edifício com qualidade arquitetônica, dotados de materiais com transparência, os quais possibilitem o despertar do interesse do transeunte para conhecer e visitar a Fábrica Escola RECICLO.

#### (3) Conforto ambiental

Adoção de soluções que proporcionem conforto ambiental e possibilitem a redução nos custos de energia do edifício. Pode-se citar como exemplo a organização dos espaços internos do edifício levando em conta o sentido da ventilação e da incidência direta do sol.

#### (4) Integração visual e espacial

Buscar a integração visual entre os pavimentos e blocos do edifício. Para isso, propõe-se em alguns momentos o emprego de vazios possibilitando um jogo de pés-direitos ora duplos, ora triplos.

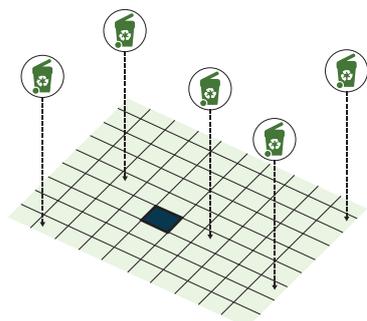
#### (5) Gabarito compatível com o entorno

O programa totaliza aproximadamente 4500 m<sup>2</sup> de área total construída, disposta no terreno de 4067,12 m<sup>2</sup>. Definido em dois blocos distintos - um de térreo mais 2 pavimentos (educacional) e outro de térreo mais 1 pavimento (triagem) - o edifício proposto apresenta-se com gabarito compatível ao entorno.

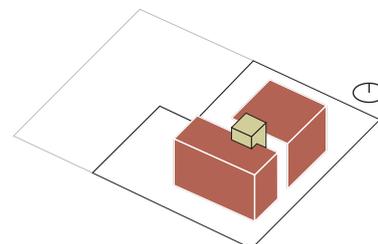
#### (6) Emprego de materiais e técnicas locais

Utilização de materiais pré-moldados de concreto e alguns elementos metálicos, privilegiando técnicas locais, as quais resultam em redução de custos.

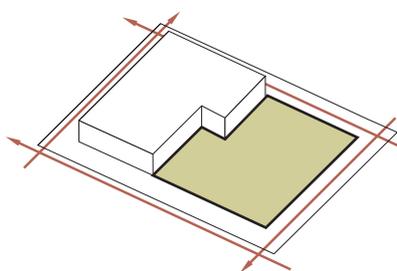
- ▶ 51. Esquema de passo a passo para o desenvolvimento do projeto. Fonte: Elaborado por Camila Cirino.



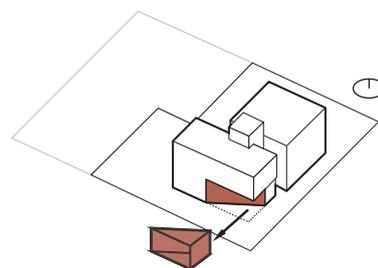
**1.** Proposição de um plano de coleta que direcione os resíduos à Fábrica-Escola Reciclo;



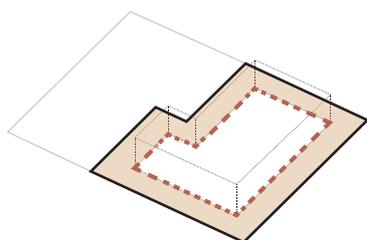
**5.** Definição de 2 blocos edificáveis que compartilham o mesmo volume de circulação vertical;



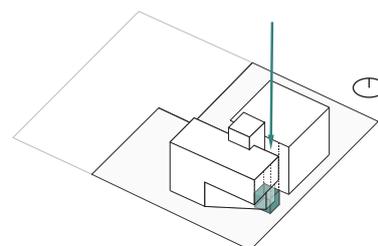
**2.** Terreno de 3 frentes, servido de 1 via tipo arterial II e as outras locais;



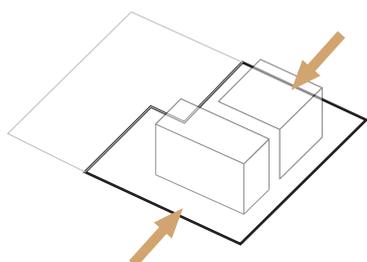
**6.** Buscou-se liberar parte do pavimento térreo, criando um pátio de pé direito duplo que marca o acesso principal do edifício;



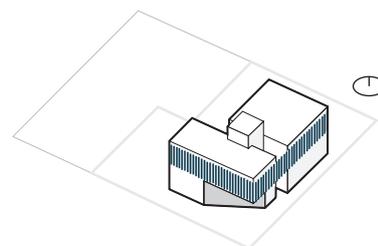
**3.** Recuos obrigatórios de 10m em todos os lados do terreno;



**7.** Definição de um vazio no nível do subsolo para ventilação e iluminação;



**4.** Definição dos diferentes fluxos e acessos no sentido norte-sul;



**8.** Painéis metálicos de proteção solar garantiram a integridade do conjunto.

## REFERÊNCIAS DE PROJETO

Tendo em mãos as premissas do projeto e definido o programa de necessidades, recorreu-se à alguns projetos que serviram como referenciais arquitetônicos para a elaboração da proposta, seja quanto à estrutura, à volumetria ou à tectônica.

### 1. SARAH BRASÍLIA LAGO NORTE

Brasília DF, 2003  
João Filgueiras Lima (Lelé)

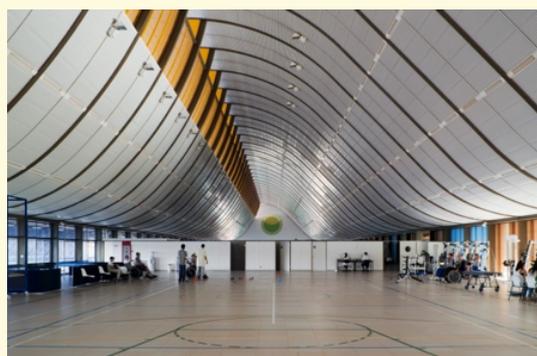
O projeto Sarah Brasília Lago Norte foi criado para atender às novas demandas do primeiro hospital da Rede, no Distrito Federal, que após 20 anos de funcionamento, sofria dificuldades em absorver. Sem a disponibilidade de áreas livres nas proximidades da antiga sede, a direção da Associação das Pioneiras Sociais decidiu implantar a nova unidade de reabilitação em uma área ampla e aprazível, na beira do lago.

O terreno proposto possui uma declividade acentuada de mais de 20 metros e, para receber o programa solicitado, foram implantados 4 níveis de taludes interligados por rampas ajardinadas e suaves para pedestres. Nos três níveis mais altos, localizam-se os centros de estudo e habilidades, ambulatórios, setores de tratamento, internação, administração, reabilitação infantil e alguns outros. O último nível recebe um galpão para a prática de esportes nauticos como terapia.

A 4,60m do nível zero do lago, encontra-se o ginásio, onde funcionam três setores distintos de reabilitação, hidroterapia e quadra de esportes. O espaço foi objeto de estudo e referência para a proposta da Fábrica Escola

RECICLO, sobretudo, devido a solução utilizada na cobertura e aquela relativa ao condicionamento ambiental. As vigas da cobertura, a cada 3,75 metros, vencem o vão de 25 metros e seu desenho forma uma grande abertura central ao longo de todo o edifício, destinada à iluminação e ventilação dos ambientes.

Nessa unidade da Rede Sarah, as alternativas adotadas para o sistema de ventilação natural foram diferentes das adotadas nos demais hospitais do Nordeste. Devido às próprias características dos espaços que compõem o bloco, sempre ligados ao exterior e constituídos de grandes ginásios com espaços amplos e pés direitos altos, nesse projeto, adotou-se um sistema bem simples de ventilação natural, em que o ar penetra nos ambientes pelas portas de correr – que dão para o exterior sempre protegidas por varandas – e é extraído pelas aberturas dos sheds, cujo arcabouço metálico é semelhante ao adotado no hospital de Salvador.



## 2. SEDE SEBRAE NACIONAL

Brasília – DF

Alvaro Puntoni, Luciano Margotto, João Sodré, Jonathan Davies

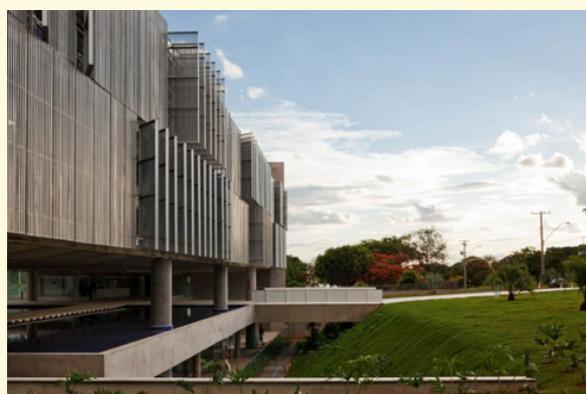
O edifício sede do Sebrae Nacional, projetada pelo Grupo SP, tem seu partido adotado em função das condicionantes urbanísticas do lugar onde foi implantado e ao caráter da arquitetura que se pretende para o projeto.

Considerado um complexo arquitetônico, o projeto têm 3 princípios principais: ênfase na espacialidade interna, objetivando a integração dos usuários assim como da paisagem contruída e natural; máxima flexibilidade para a organização dos escritórios; e a preocupação para se obter um ótimo desempenho ambiental e econômico.

O conjunto acontece em torno de um pátio interno, onde localizam-se as atividades mais públicas. O térreo do edifício, desenvolvido em dois níveis, sendo um deles distinto do terreno natural que o circunda, se apresenta como uma grande expressão arquitetônica e garantem a iluminação e ventilação necessárias.

Dentre as características que se destacam no projeto, pode-se mencionar àquelas referentes às estratégias das ações construtivas e o tratamento aparente dos materiais, evidenciando-se a plasticidade do aço e concreto.

Outra solução adotada neste edifício que merece ênfase como referência projetual utilizada na Fábrica RECICLO, são os painéis metálicos quebra-sóis móveis que garantem a proteção às fachadas e dão uma integridade ao conjunto.



- ◀ 52. **Imagens do Ginásio do Sarah Brasília Lago Norte.** Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/13.153/4865>
- ▲ 53. **Imagens do edifício sede Sebrae Nacional.** Fonte: <http://www.archdaily.com.br/br/01-402/sede-do-sebrae-gruposp>

## **6.4 | Memorial Descritivo:**

A implantação da edificação no terreno teve como base os recuos obrigatórios exigidos pela legislação municipal seguido da definição dos deslocamentos e acessos desejados. A gama de atividades presentes no programa – e, conseqüentemente, o público que as pratica – exigiam uma distinção para cada tipo de fluxos.

Designou-se a fachada Sul – a qual é servida pela Av. Duque de Caxias – para a admissão de visitantes e funcionários, ao mesmo tempo que a fachada Norte absorveu a entrada de veículos particulares (carros, motos) e veículos de carga (caminhões e carros de coleta). Embora por lei os acessos de veículos devam ser voltados para a via de maior hierarquia, optou-se por, nesse caso, direcioná-los para a via oposta, a fim de evitar congestionamentos e conflitos, principalmente em relação ao transporte público.

Em seguida, iniciou-se um estudo de massa para definição da quantidade de pavimentos que seriam necessários para atender o programa do projeto. Junto a isso, buscou-se seguir a volumetria dos demais imóveis do entorno, que se manifesta, em sua maioria, em térreo mais 1(um) ou 2(dois) pavimentos. A partir daí, considerando a ventilação prevalente leste /sudeste, foram estabelecidas as zonas de permanência, enquanto as circulações, sanitários e áreas de mobilidade foram posicionadas, preferencialmente, à oeste.

O projeto apresenta-se então em 2(dois) blocos: o Galpão, onde acontecem os processos relacionados à triagem de materiais recicláveis; e o bloco principal, voltado para as atividades de apoio, capacitação e funções sócioeducativas.

O projeto do Galpão foi organizado em dois pavimentos. O térreo, definido por um grande espaço de pé direito duplo e planta livre, abriga todas as atividades relacionadas à triagem dos recicláveis, enquanto o pavimento superior (1º pavimento) é definido por um vazio contornado por passarelas em estrutura metálica destinadas para visitaçãõ bem como pelo setor administrativo/ financeiro do RECICLO.

Para facilitar a recepção e escoamento de materiais, através das docas, no Galpão, o nível do pavimento térreo foi definido a 1,20m acima do nível do passeio.

- 54. Corte esquemático de setorização do projeto proposto.

Fonte: Elaborada pela autora.

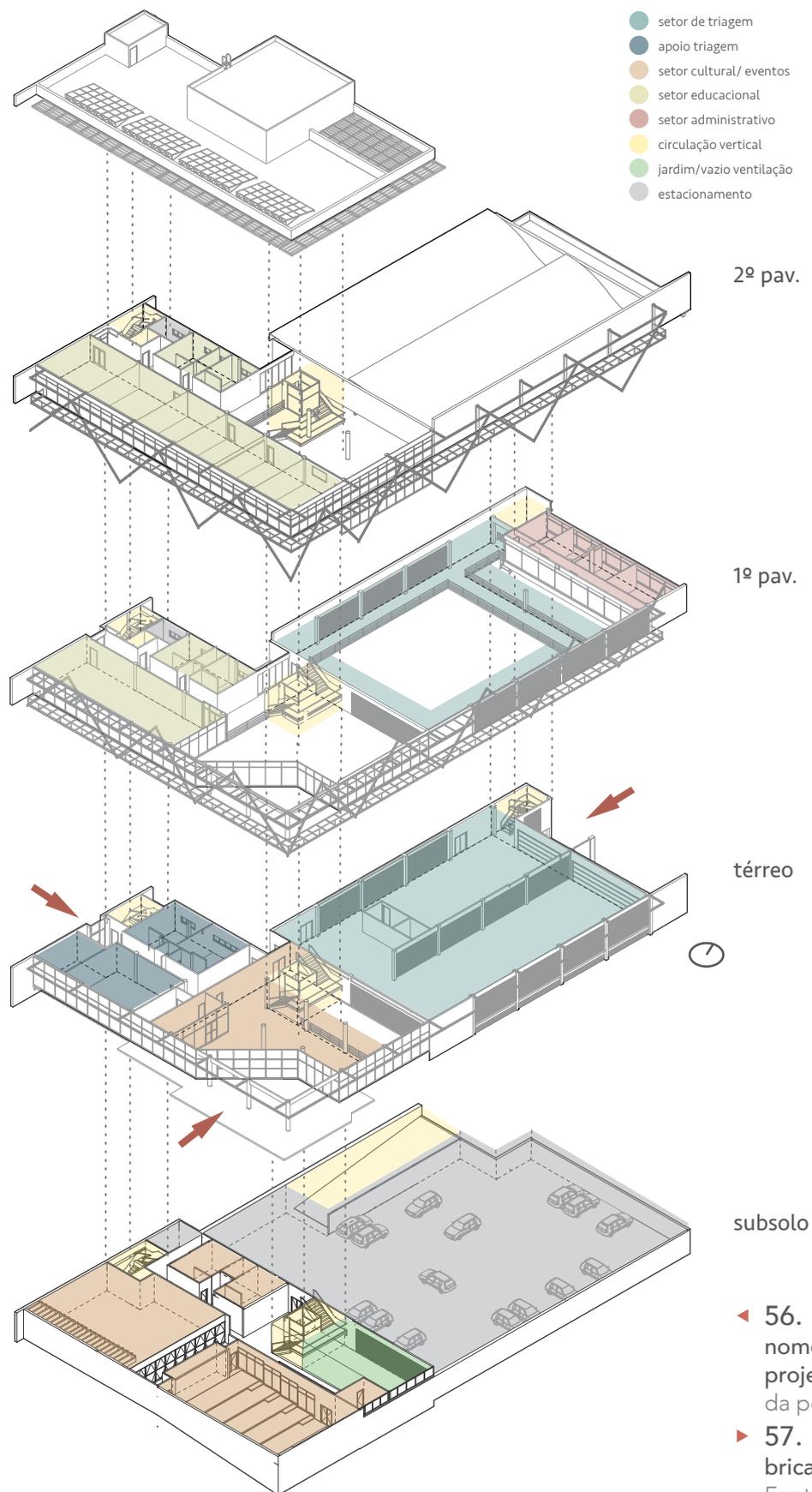


O bloco principal, desenvolvido em 3 pavimentos, recebe as demais atividades. Com um acesso independente pela fachada oeste, o setor de apoio dos funcionários conecta-se com o galpão através de uma circulação restrita. Ao lado, situam-se os espaços voltados imediatamente ao público. Os pavimentos superiores recebem a biblioteca (1º pavimento) e salas de aula e oficinas (2º). No pavimento inferior, encontram-se o auditório, espaço para múltiplos usos e estacionamento.

Entre os dois blocos, unidos através de uma torre de circulação vertical, foi proposto um jardim ao nível do subsolo, o qual integra visualmente os demais pavimentos do bloco principal, resultando num espaço dinâmico e convidativo. A conexão visual deste com o espaço interno do Galpão – e deles com o exterior – dá-se pela escolha de materiais permeáveis, como o cobogós, brises e esquadrias de alumínio e vidro com aberturas maximar.

- 55. Quadro de índices do projeto. Fonte: Elaborada pela autora.

QUADRO DE ÍNDICES DO PROJETO	
ÁREA DO TERRENO	4.067,12 m <sup>2</sup>
ÁREA PERMEÁVEL	28,34%
TAXA DE OCUPAÇÃO	34,80%
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL	4.816,09 m <sup>2</sup>
ÍNDICE DE APROVEITAMENTO	1,18



◀ 56. Perspectiva axonométrica setorizada do projeto. Fonte: Elaborada pela autora.

▶ 57. Imagens da Fábrica Escola RECICLO. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Victor Menezes.



FACHADA SUL



BRISES FACHADA

R. Padre Mororó

R. Dom Pedro I

acesso  
veículos

acesso  
caminhões  
e carrinhos

R. Teresa Cristina

acesso  
funcionários

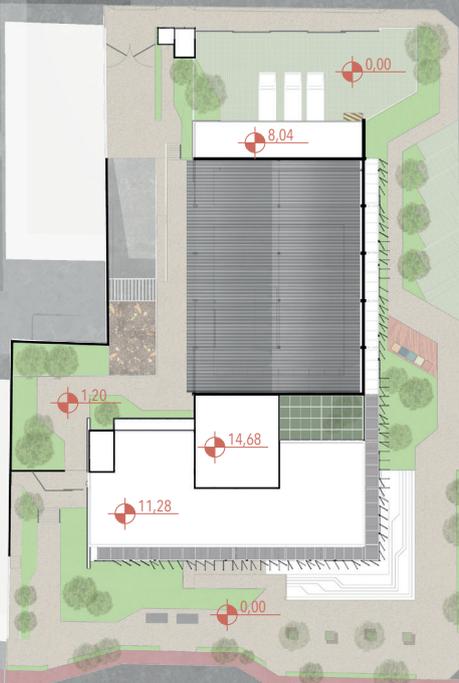
acesso  
público

Av. Duque de Caxias

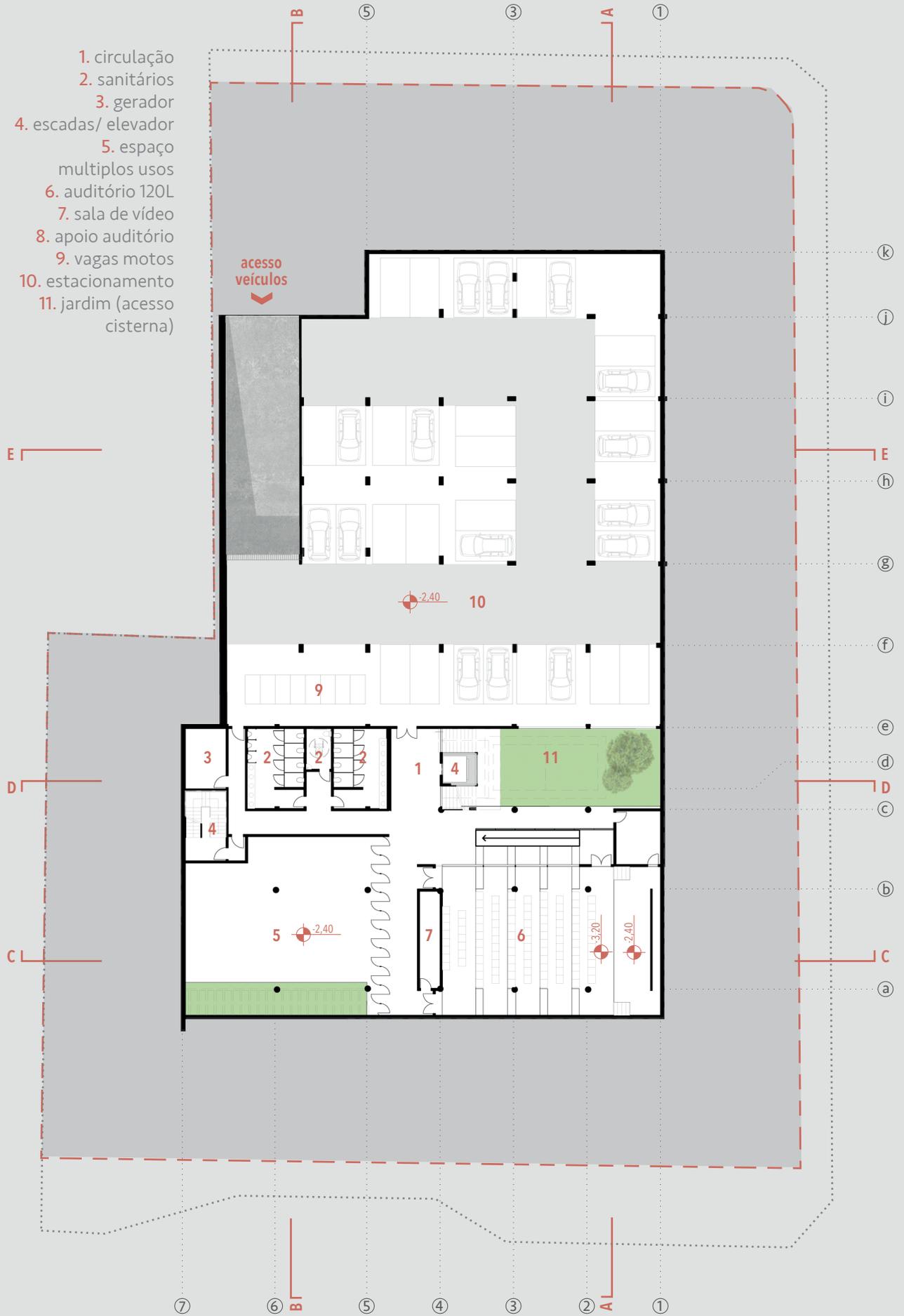


0 20m

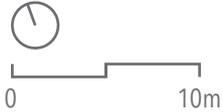
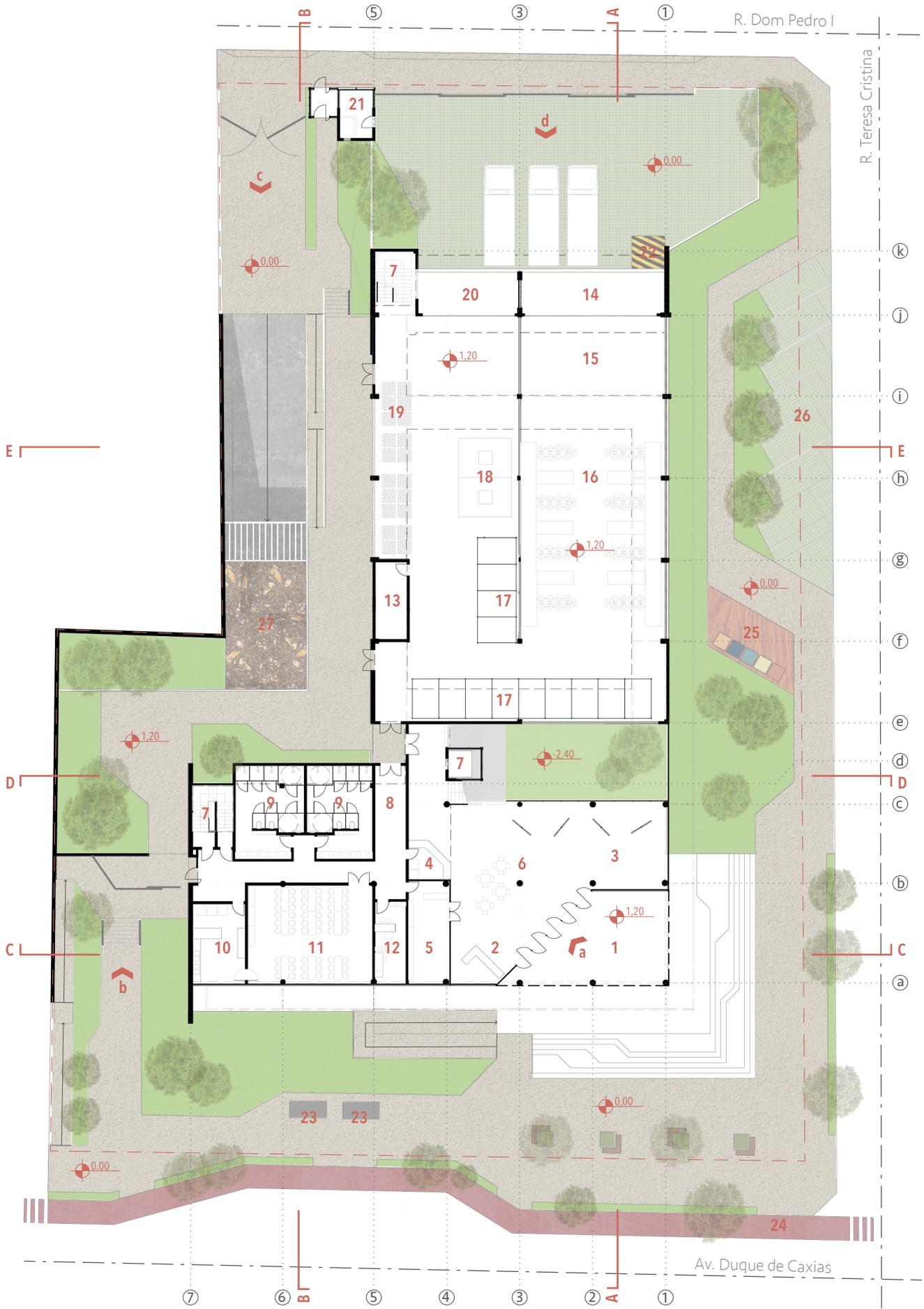
**PLANTA DE IMPLANTAÇÃO**  
ESC. 1/800



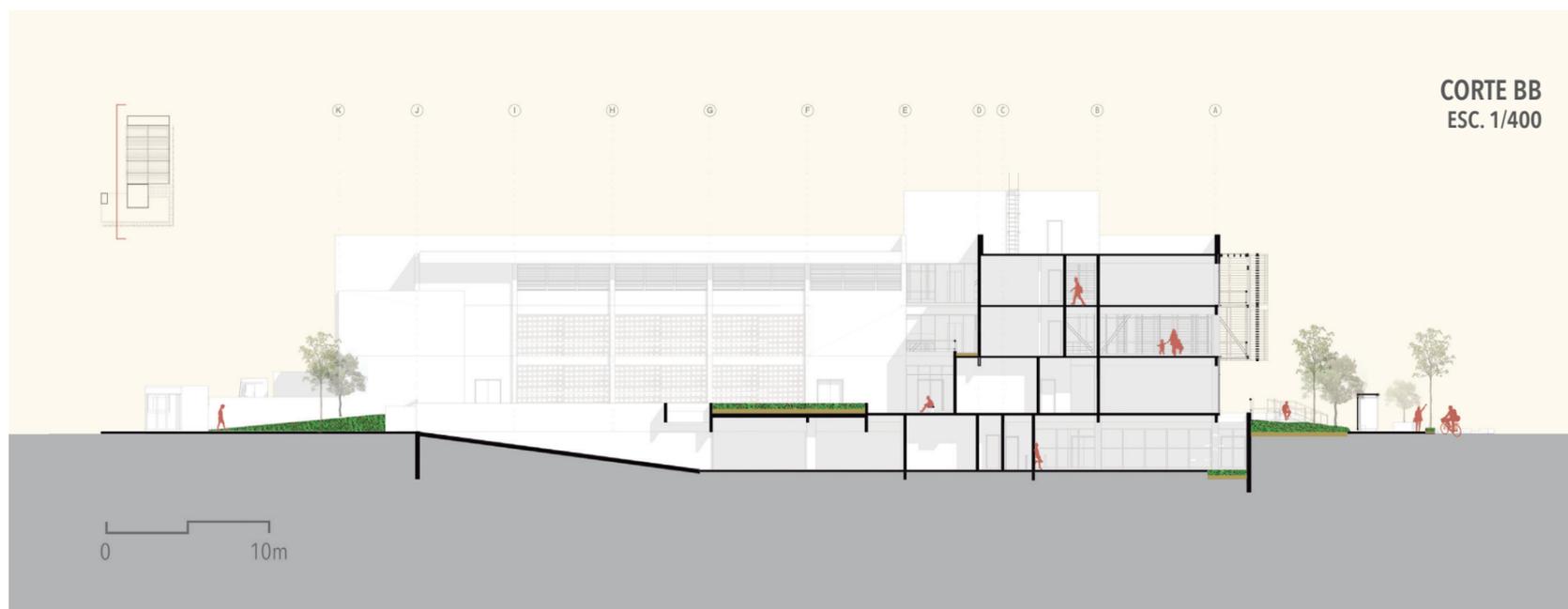
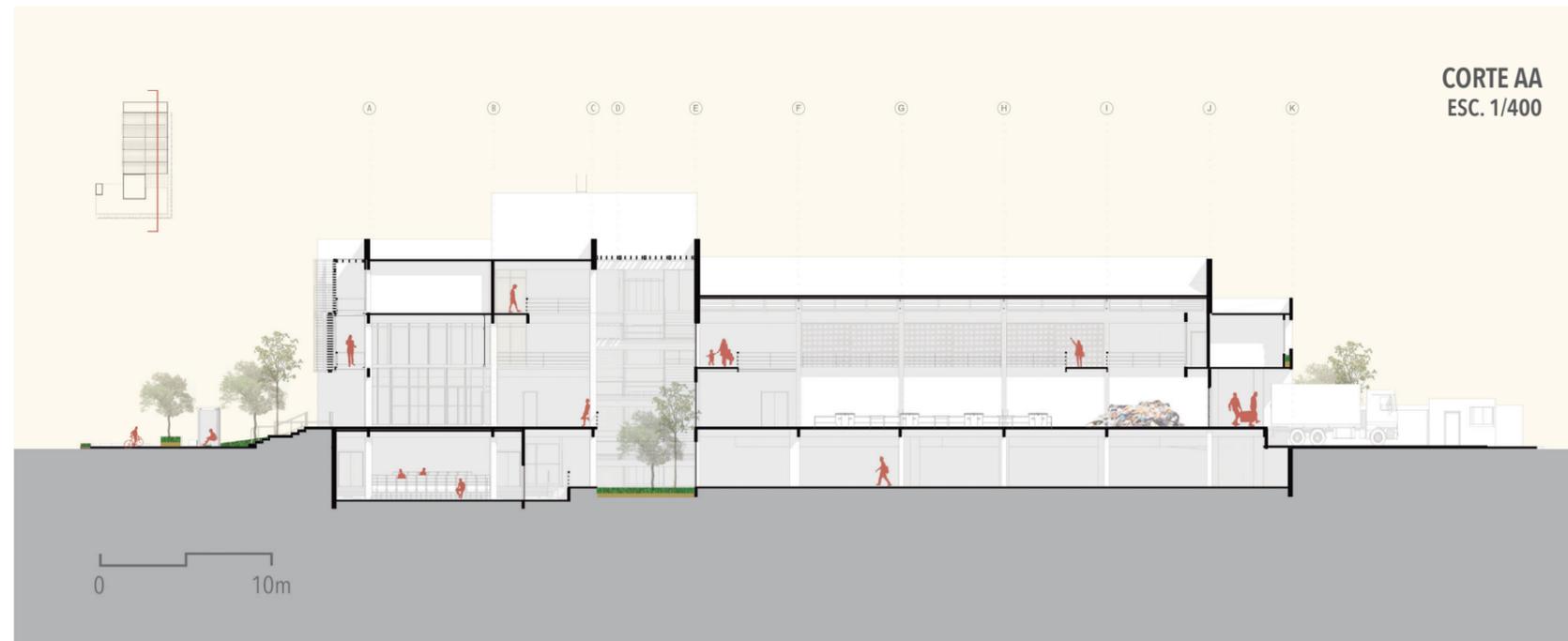
- 1. circulação
- 2. sanitários
- 3. gerador
- 4. escadas/ elevador
- 5. espaço múltiplos usos
- 6. auditório 120L
- 7. sala de vídeo
- 8. apoio auditório
- 9. vagas motos
- 10. estacionamento
- 11. jardim (acesso cisterna)



**PLANTA BAIXA SUBSOLO**  
 ESC. 1/400



**PLANTA BAIXA TÉRREO**  
**ESC. 1/400**



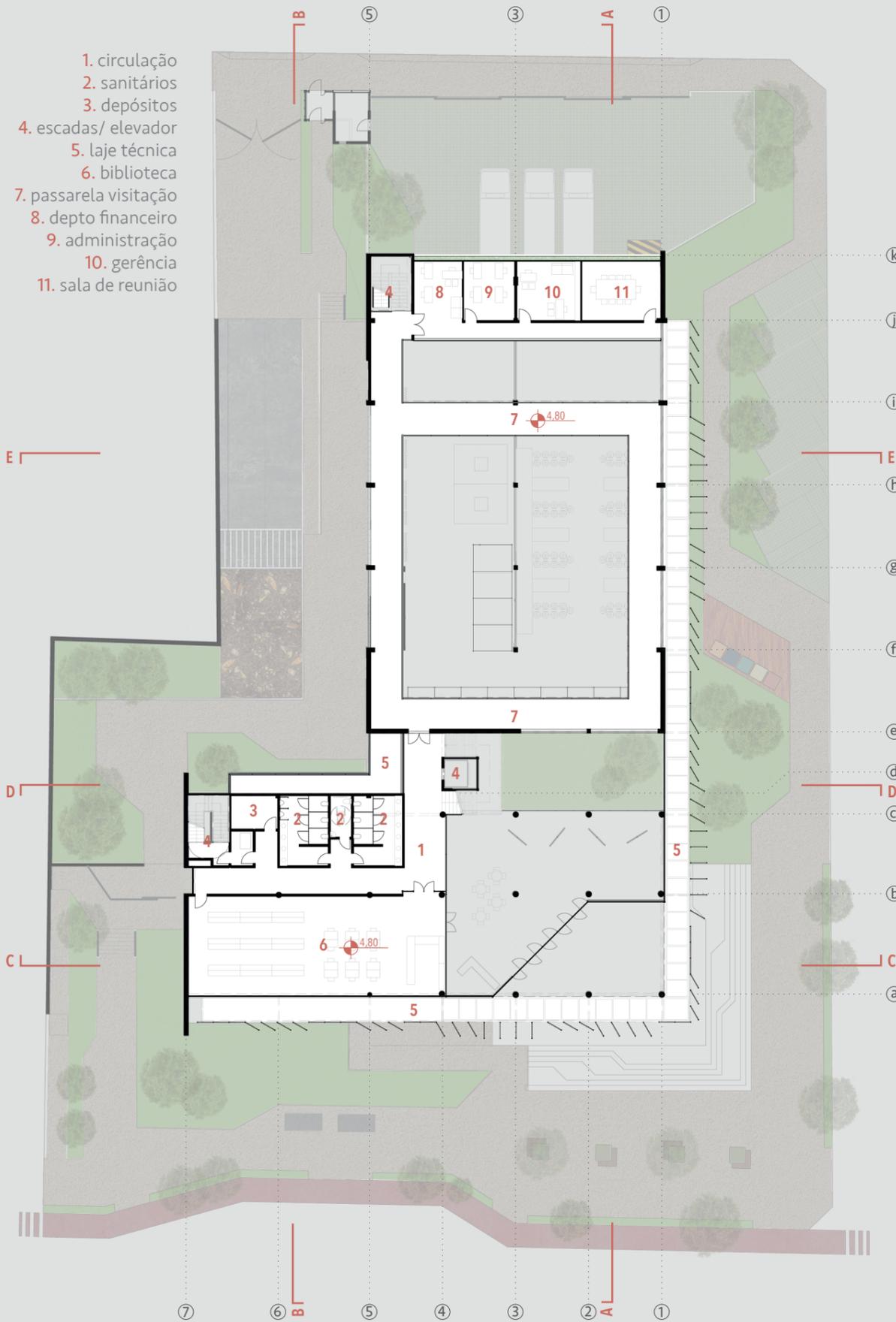
### LEGENDA

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. hall acesso público     | 16. triagem                |
| 2. recepção                | 17. armazenamento por tipo |
| 3. memorial do lixo        | 18. compactação de fardos  |
| 4. café                    | 19. estoque de fardos      |
| 5. loja                    | 20. doca expedição         |
| 6. área de mesas           | 21. guarita                |
| 7. escadas/ elevador       | 22. plataforma elevatória  |
| 8. circulação funcionários | 23. abrigos de ônibus      |
| 9. vestiários              | 24. ciclofaixa             |
| 10. copa                   | 25. PEV                    |
| 11. refeitório             | 26. estacionamento público |
| 12. primeiros socorros     | 27. composteira            |
| 13. depósito               |                            |
| 14. recepção de material   |                            |
| 15. material à triar       |                            |

### acessos

- a. público
- b. funcionários
- c. funcionários/ visitantes (estacionamento)
- d. caminhões e carrinhos

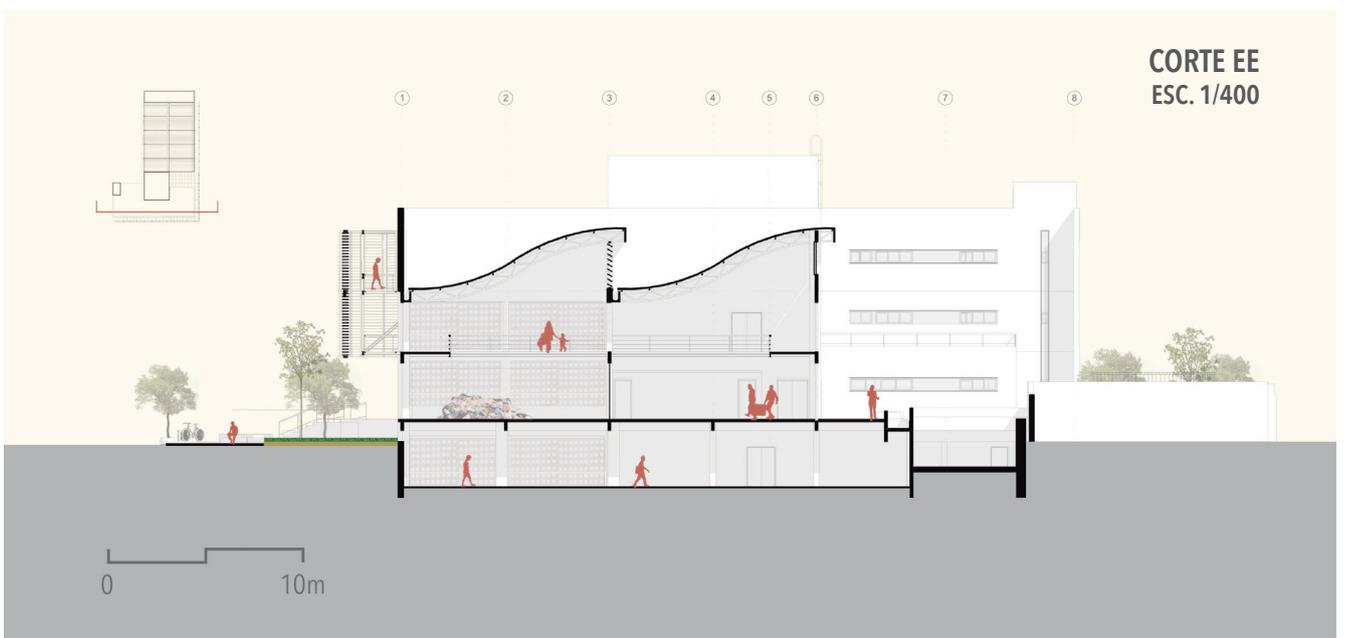
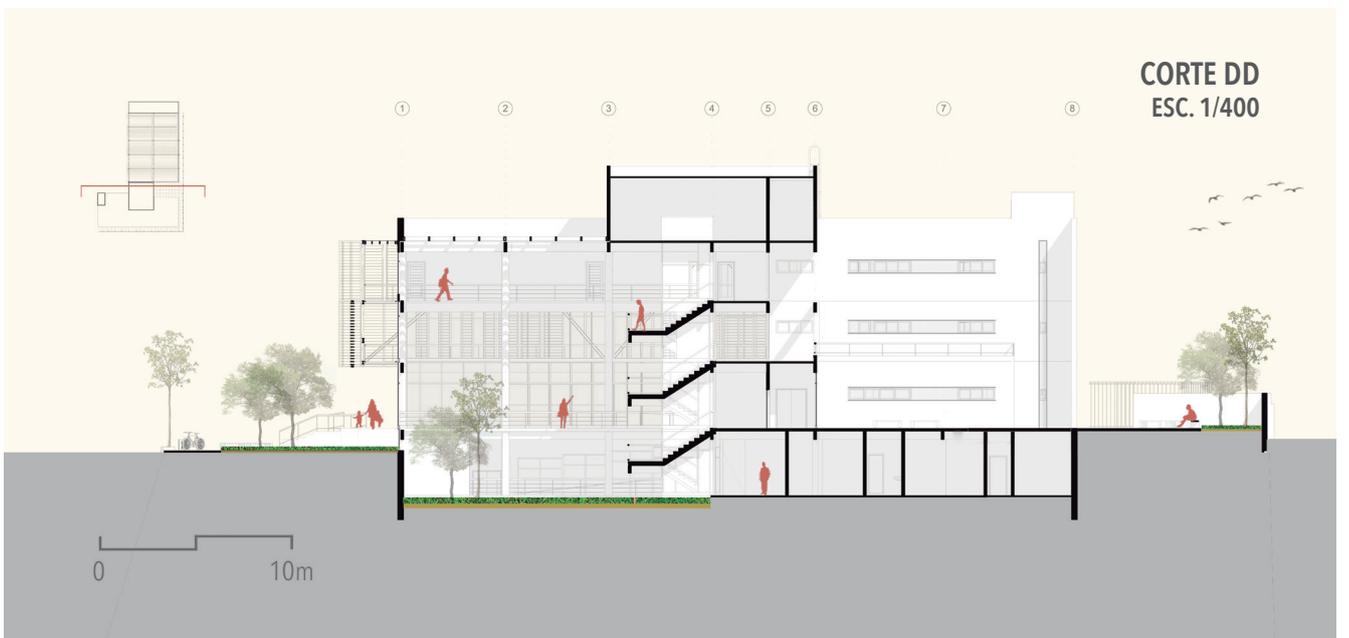
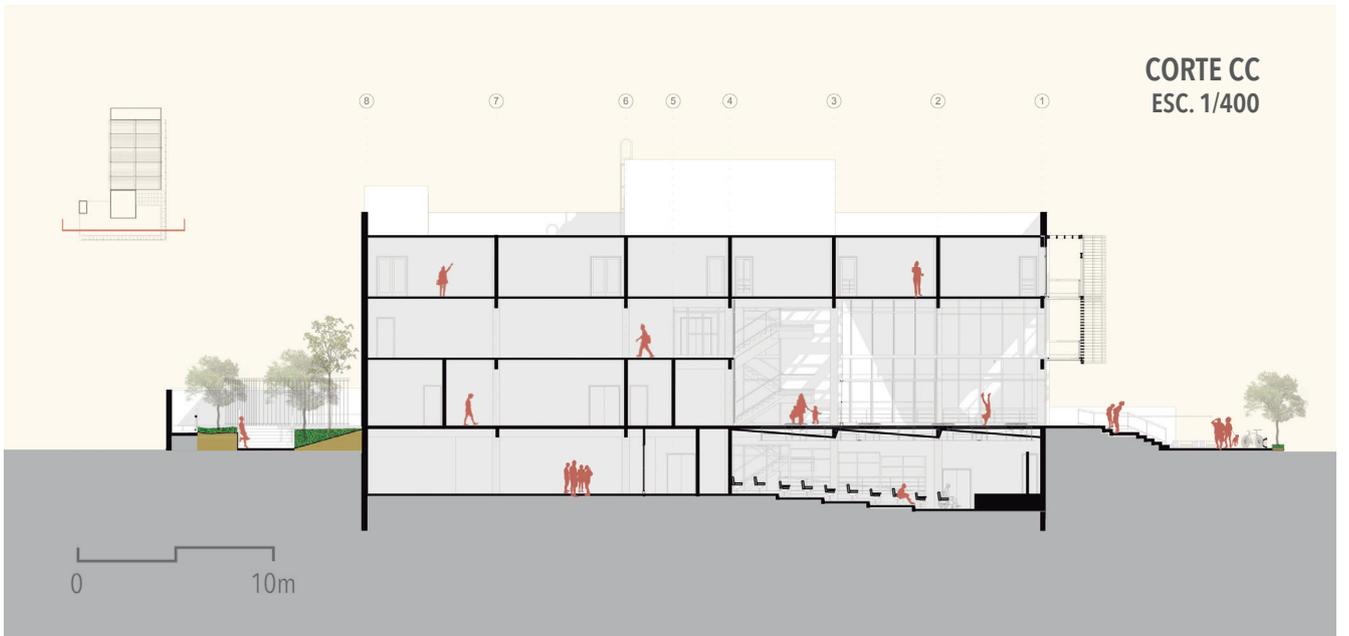
PLANTA BAIXA TÉRREO  
ESC. 1/400



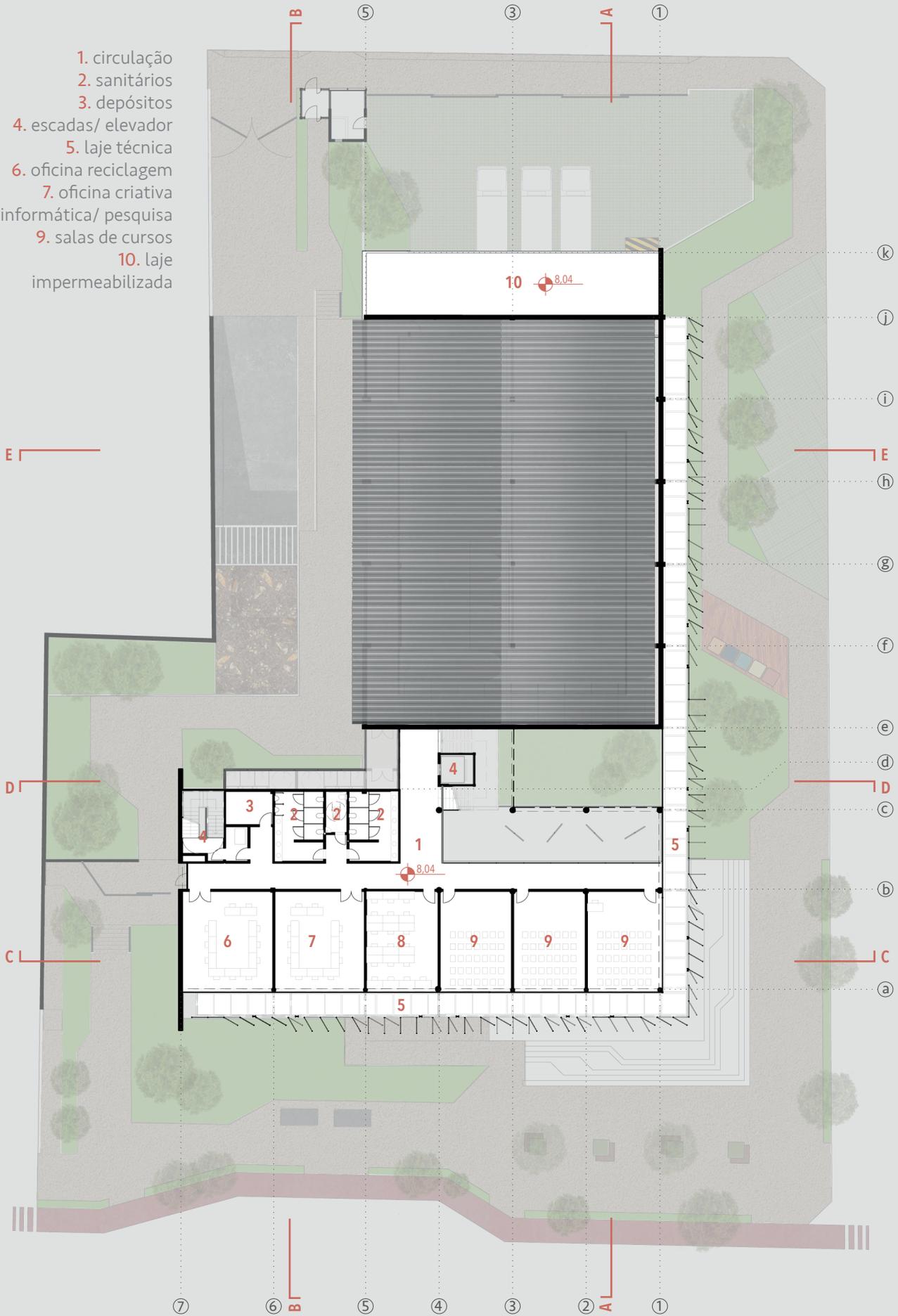
- 1. circulação
- 2. sanitários
- 3. depósitos
- 4. escadas/ elevador
- 5. laje técnica
- 6. biblioteca
- 7. passarela visitação
- 8. depto financeiro
- 9. administração
- 10. gerência
- 11. sala de reunião



PLANTA BAIXA 1º PAV.  
ESC. 1/400

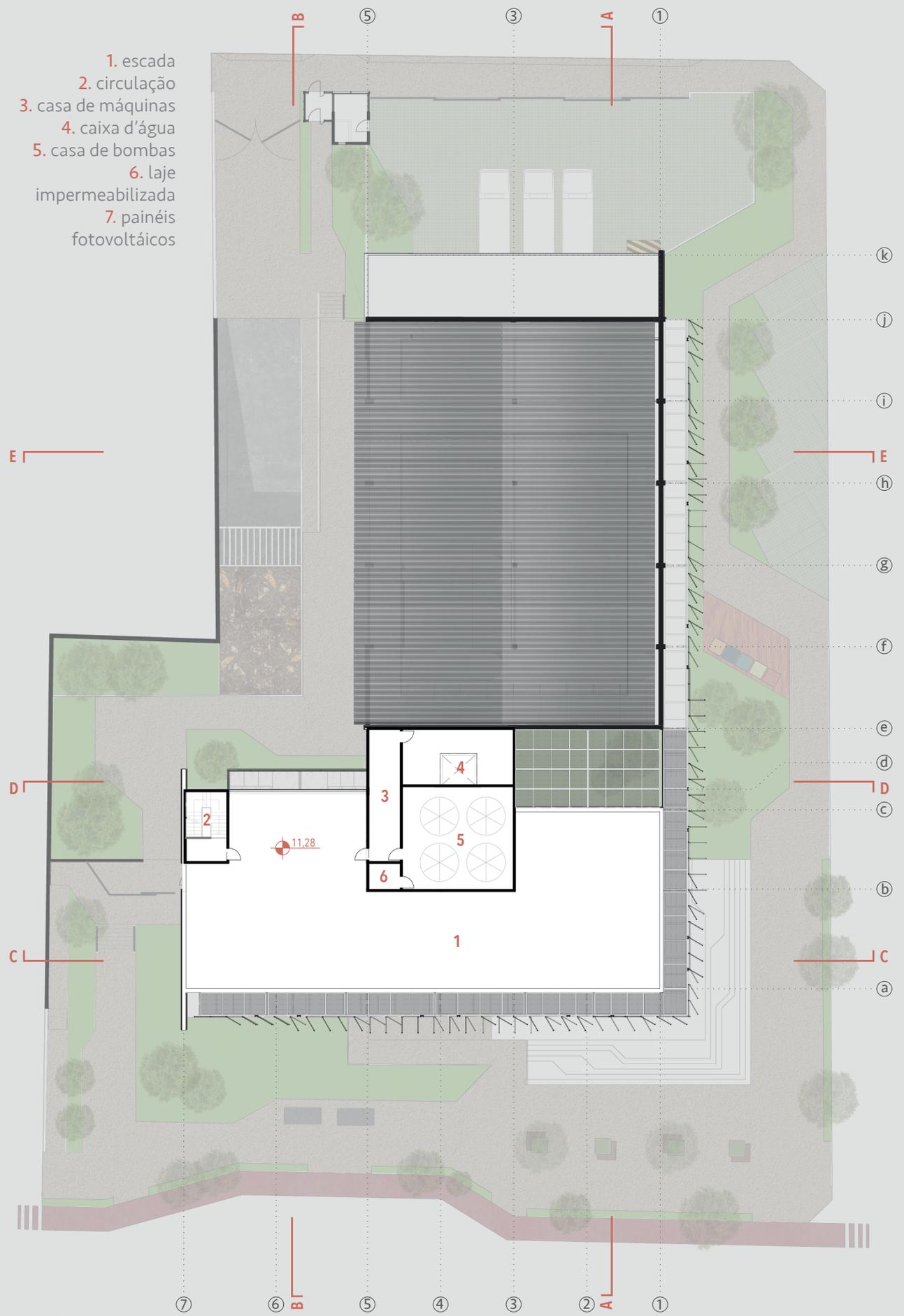


- 1. circulação
- 2. sanitários
- 3. depósitos
- 4. escadas/ elevador
- 5. laje técnica
- 6. oficina reciclagem
- 7. oficina criativa
- 8. informática/ pesquisa
- 9. salas de cursos
- 10. laje impermeabilizada



**PLANTA BAIXA 2º PAV.**  
 ESC. 1/400

- 1. escada
- 2. circulação
- 3. casa de máquinas
- 4. caixa d'água
- 5. casa de bombas
- 6. laje impermeabilizada
- 7. painéis fotovoltaicos



**PLANTA BAIXA COBERTA**  
 ESC. 1/400



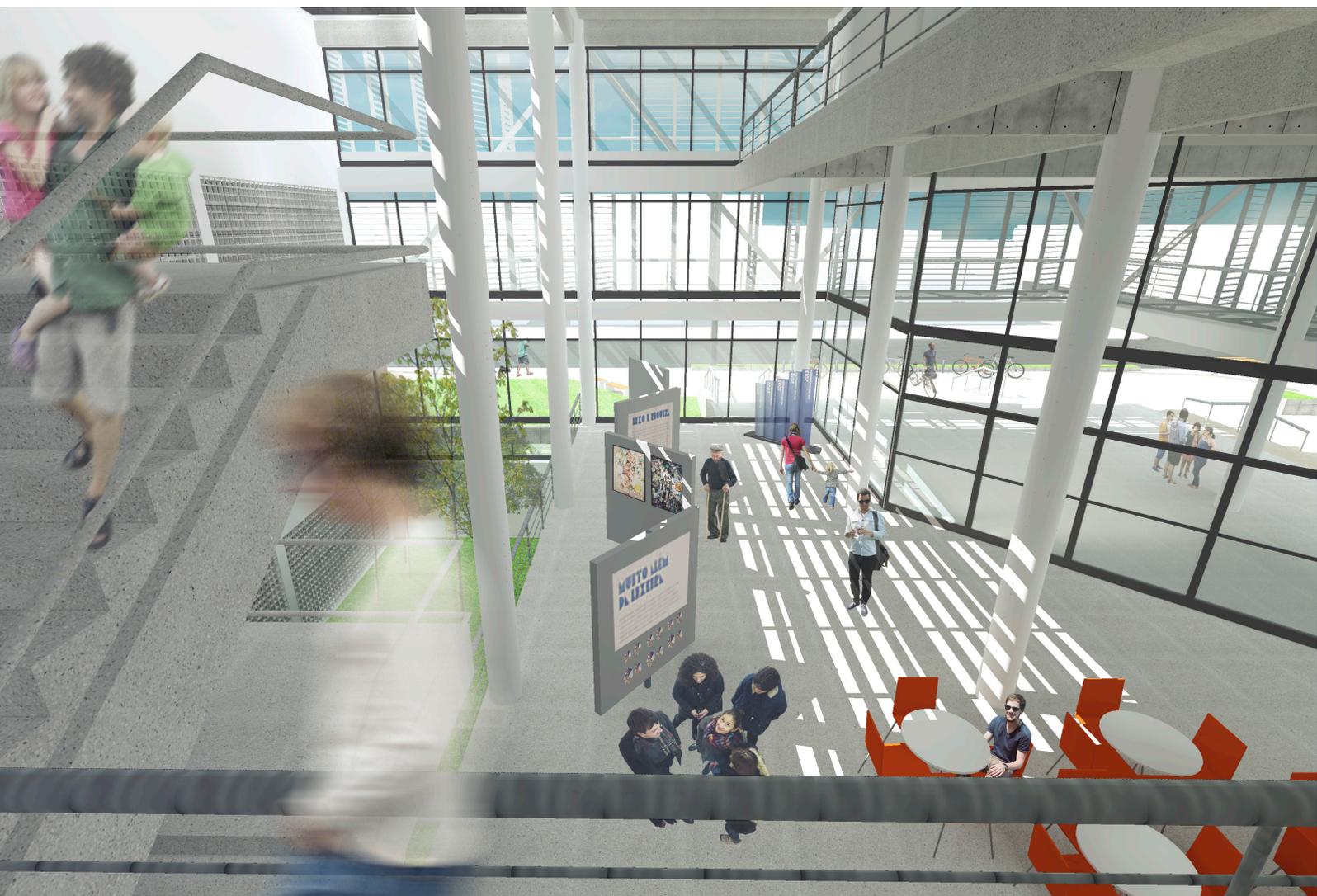
FACHADAS LESTE E NORTE

- ▲ 58. Perspectiva da Fábrica Escola RECICLO. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Victor Menezes.

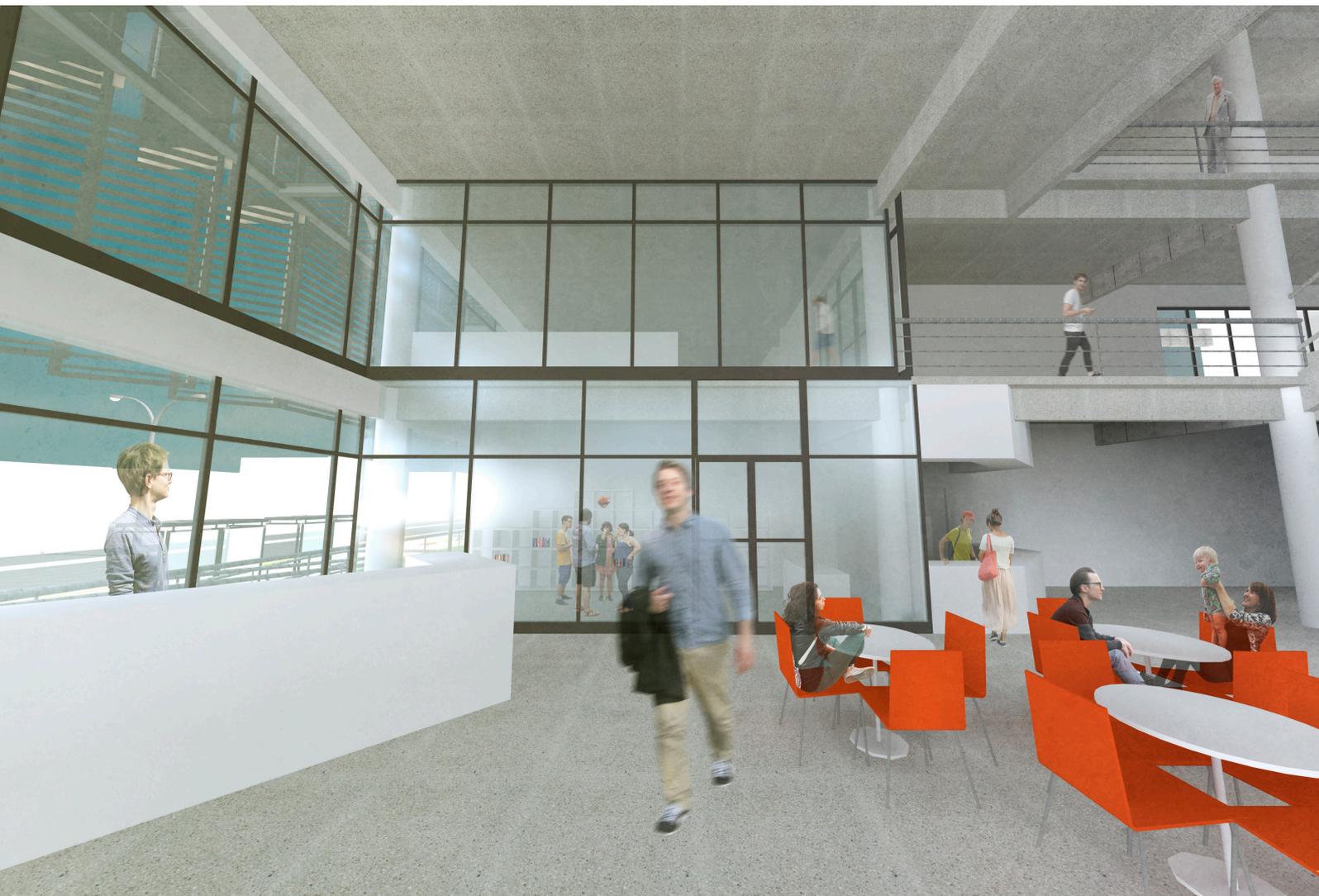
FACHADAS SUL E LESTE



▲ 59. Perspectiva da Fábrica Escola RECICLO. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Victor Menezes



▲ 60. Perspectiva interna do bloco principal. Fonte: Elaborada pela autora.



▲ 61. Perspectiva interna da recepção, loja e café. Fonte: Elaborada pela autora.



▲ 62. Perspectiva da biblioteca e sacada técnica. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Yuka Ogawa.



▲ 63. Perspectiva interna da biblioteca RECICLO. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Yuka Ogawa.



▲ 64. Perspectiva interna da biblioteca. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Yuka Ogawa.



▲ 65. Perspectiva interna da sala de informática e pesquisa. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Yuka Ogawa.



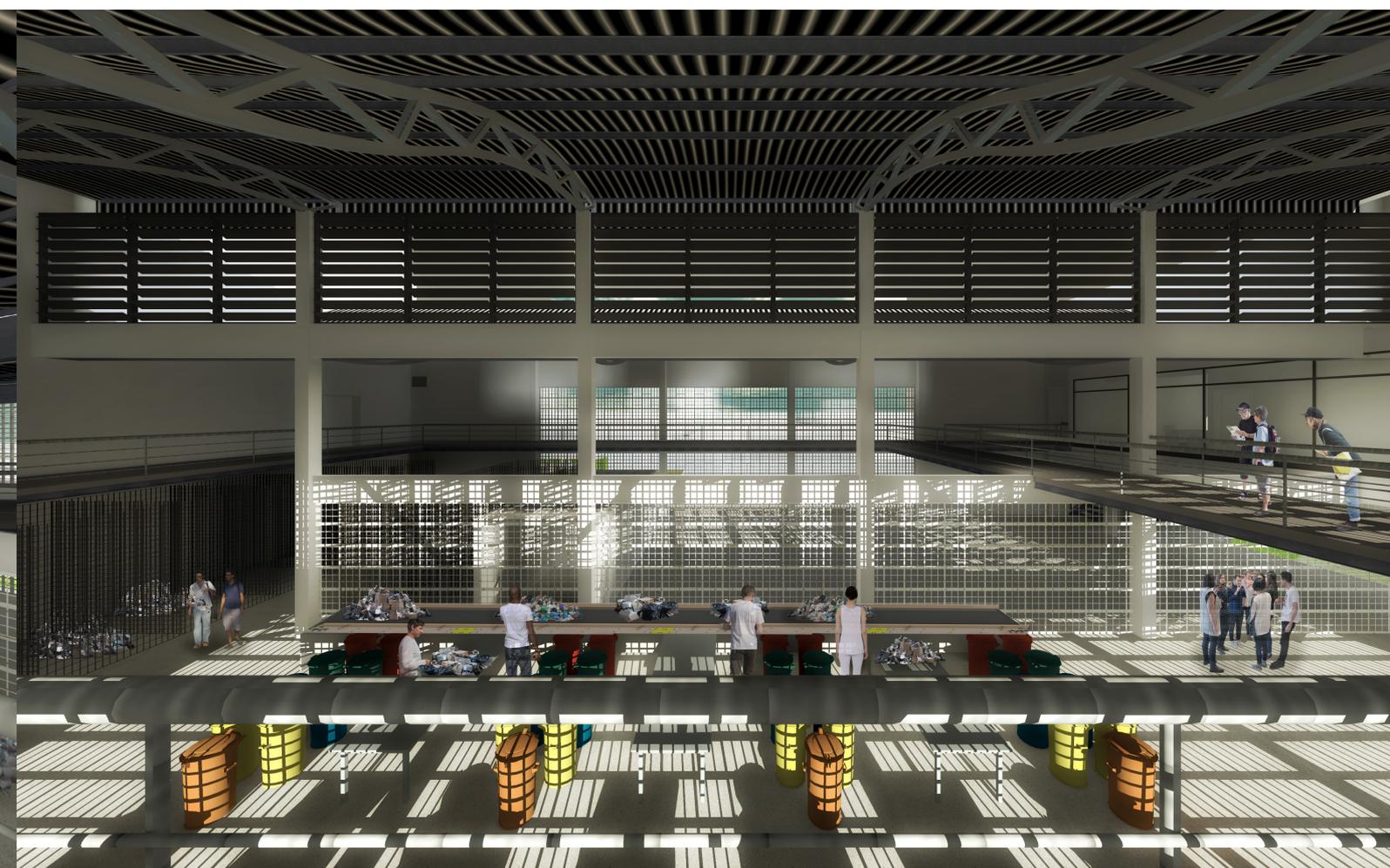
- ▲ 66. Perspectiva interna da sala de curso e capacitação.  
Fonte: Elaborada pela autora.  
Finalização: Yuka Ogawa.



▲ 67. Perspectiva interna da sala de oficinas. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Yuka Ogawa.



▲ 68. Perspectiva interna do Galpão RECICLO. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Isabela Castro.



▲ 69. Perspectiva interna do Galpão RECICLO. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Isabela Castro.



▲ 70. Perspectiva interna do Galpão RECICLO. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Isabela Castro.

## 6.5 | Funcionamento do Galpão de Triagem

As etapas de trabalho em uma usina/ centro de triagem definem a disposição do seu layout. Via de regra, o passo a passo é feito de forma linear, iniciando-se em uma das extremidades, a partir de uma área de descarga/ recepção de materiais e termina na extremidade oposta, em uma área para expedição. Os estágios entre eles são: triagem primária e secundária, prensagem e armazenamento de fardos (material reciclável comprimido que será transportado para as indústrias recicladoras).

O Galpão de triagem da Fábrica Escola RECICLO tem 730 m<sup>2</sup> de área útil e, em função da sua implantação, é composto por apenas uma área para descarga/expedição. Propõe-se portanto uma nova organização no fluxo de atividades, onde os estágios acontecem de maneira cíclica, começando e terminando em uma mesma extremidade.

O material coletado pelos agentes externos e trazidos nos caminhões - ou através de catadores - é depositado na área destinada à este fim. O espaço foi dimensionado para o armazenamento de até um dia de coleta prevista. Em seguida, os agentes internos fazem a primeira triagem, separando o material por tipo (papel, plástico, vidro, metal etc) nos tambores específicos.

Inicialmente, imagina-se que a triagem primária acontecerá apenas com silos e mesas, reduzindo assim os custos iniciais com equipamentos e a quantidade de rejeitos - que com esteiras mecânicas chegam a ser 20% a mais do que no processo manual. Além dis-

so, segundo o Ministério das Cidades, o processo manual promove uma maior inclusão social e eleva o número de empregos. Entretanto, as dimensões propostas já levam em consideração o tamanho das esteiras mecânicas, que possuem 14m de comprimento.

Optou-se por organizar essa etapa com mesas transversais de dimensões que comportam, cada uma, 4 trabalhadores. Os tambores, depois de cheios, são levados para uma das 13 baias metálicas de separação por tipo e, posteriormente, para a área de prensa.

Teremos, portanto, trabalhando dentro do Galpão os seguintes agentes:

- 2 encarregados de serviços gerais;
- 6 carregadores (chegada/saída de material);
- 32 triadores;
- 6 deslocadores de tambores;
- 6 retiradores de plástico;
- 6 retiradores de metal;
- 10 enfardadores;

As atividades de gerenciamento serão realizadas por: 3 (três) administradores, 1(um) encarregado financeiro e 1(um) encarregado do setor pessoal.

Considerado de porte médio/grande (entre 600 e 1200m<sup>2</sup>), o Galpão RECICLO deverá ter os seguintes equipamentos para seu funcionamento:

- 1 prensa enfardadeira vertical de 20t;
- 1 balança mecânica de 1000kg;
- 1 carrinho plataforma de 2 eixos; e
- 1 empilhadeira simples com capacidade de até 1000 kg;



PRENSADEIRA



BALANÇA MECÂNICA



CARRINHO DE 2 EIXOS



EMPILHADEIRA MECÂNICA

- ◀ 71. Equipamentos presentes do Galpão RECICLO. Fontes: <http://logismarket.ind.br>; <http://tubolar.ind.br>; <http://webermove.com.br>; <http://garcia-guindastes.com>.

### Acessibilidade e Incêndio:

O projeto da Fábrica Escola RECICLO foi pensado para atender pessoas com mobilidade reduzida (PMR) conforme a NBR 9050. Para isso, prevê-se que toda a edificação será sinalizada com piso tátil no início e término das rampas e escadas.

Todas as portas deverão ser de, no mínimo, 0,80m e as maçanetas serão de alavanca, a 1m do piso.

As rampas propostas na parte externa do edifício obedecem a inclinação máxima de 8,33% prevista na NBR 9050 e possuem corrimão duplo na altura de 0,70m e 0,92m do chão. O mesmo vale para os corrimãos das escadas em toda a edificação.

Nas antecâmaras da escada de emergência, teve-se o cuidado de reservar um espaço de 0,80 x 1,20m para acomodar uma cadeira de rodas sem atrapalhar o fluxo de escape. A bipartição da escada é feita no térreo, e, neste pavimento, as portas corta fogo, presentes tanto nas escadas de emergência quanto no Galpão, abrem para fora, no sentido do escape.



**PLANTA GALPÃO DE TRIAGEM**  
**ESC. 1:200**



- 1.** pátio de recepção de material
- 2.** material à triar
- 3.** triagem primária

- 4.** triagem secundária (divisão por tipo de resíduo)
- 5.** compactação e enfardamento
- 6.** estoque de fardos
- 7.** pátio de despacho

- 8.** depósito para a guarda de equipamentos
- 9.** saídas de emergência
- 10.** plataforma elevatória

## Projeto Paisagístico

Em relação ao paisagismo, o projeto RECICLO buscou soluções no sentido de reduzir os custos de manutenção das áreas ajardinadas sem que isso implicasse num jardim muito árido. Entende-se que Fortaleza é uma cidade de clima quente e úmido, com temperaturas elevadas durante o ano inteiro. Assim, a escolha das espécies priorizou a utilização de vegetações nativas, resistentes ao sol e provocadoras de sombra, na intenção de criar novos caminhos de gentileza urbana.

Para uma maior economia de água, priorizou-se a utilização de grama somente em áreas denominadas 'nobres', como no talude localizado na fachada Sul, no jardim interno e em pequenos canteiros. As demais superfícies foram trabalhadas com outros tipos de forração. Seguindo o mesmo princípio, para a implantação de herbáceas e arbustos, buscou-se concentrá-las em 'nichos' a fim de otimizar os pontos de irrigação.

O projeto propõe a inclusão de uma ciclofaixa na Av. Duque de Caxias, elemento ainda ausente em boa parte das vias do Centro da cidade, e dois bicicletários urbanos, imaginando-se que uma fração dos funcionários do RECICLO possam usar esse modal no caminho para o trabalho. A parada de ônibus, existente face ao edifício proposto, ganhou também um nicho próprio de embarque e desembarque.

Por se tratar de um equipamento de limpeza urbana, pensou-se ainda em um Ponto de Entrega Voluntária de Resíduos (PEV) para diversos tipos de material, voltado para a Rua Teresa Cristina.

À seguir, têm-se algumas sugestões de espécies que podem ser usadas em cada tipo de vegetação usada no projeto RECICLO.

### LEGENDA VEGETAÇÃO

-  árvores > 10m
-  árvores < 10m
-  palmeiras
-  herbáceas
-  arbustos
-  forrações
-  compostagem

### LEGENDA REVESTIMENTOS

-  concregrama
-  piso drenante tipo I
-  piso drenante tipo II (ciclovia)
-  madeira

### PLANTA PAISAGISMO ESC. 1/300



Av. Duque de Caxias

abrigo/ espera de ônibus

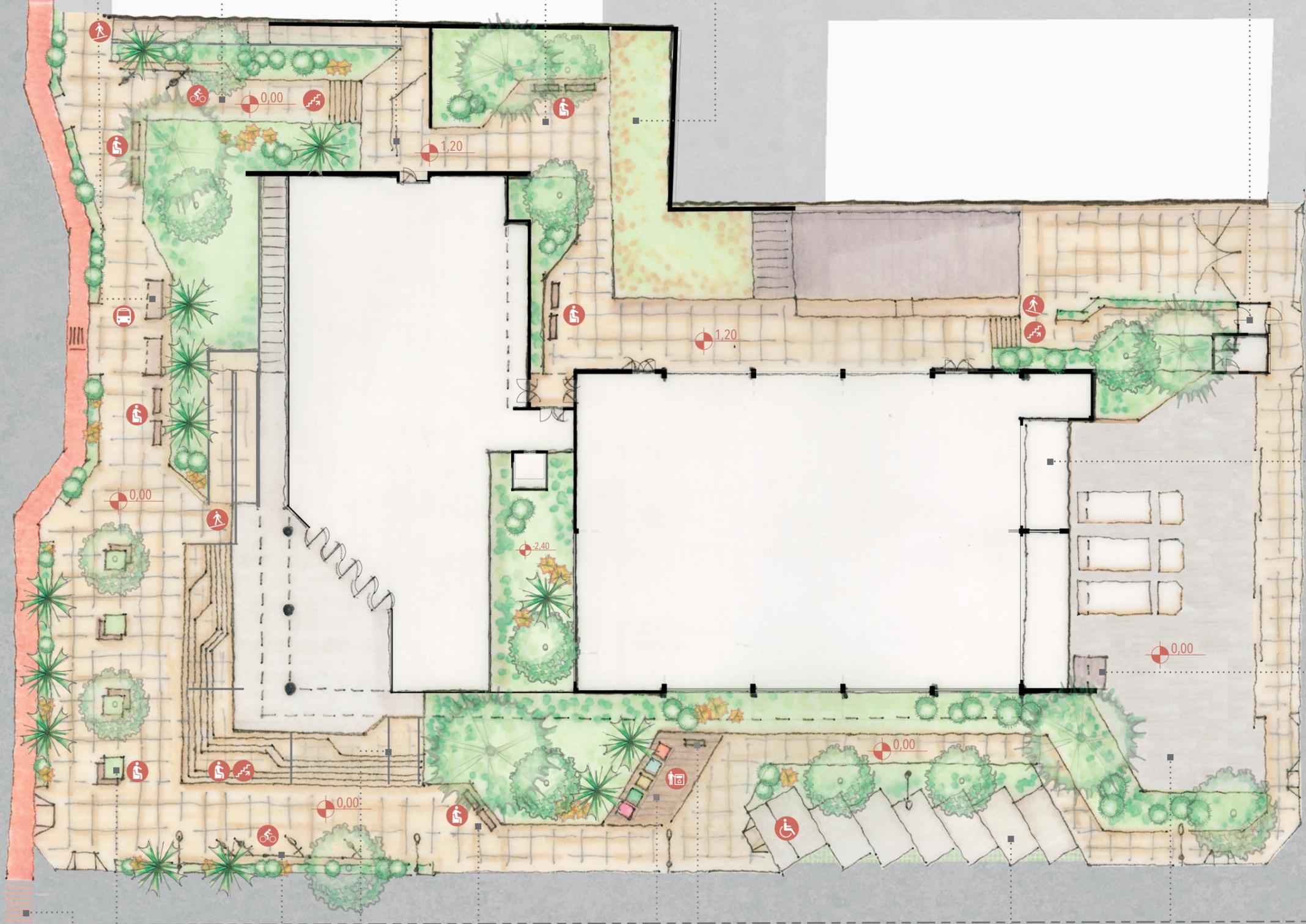
bicicletário urbano

controle de acesso funcionários

área de estar dos funcionários

composteira

controle de acesso (guarita)



doca recepção/ expedição

plataforma elevatória

ciclofaixa proposta

bicicletário

tótem informativo

vagas públicas

Rua Teresa Cristina

Rua Dom Pedro I

área de estar (jardinheira)

corrimão escada

área de estar (bancos)

ponto de entrega voluntária (PEV)

espaço para carrinhos de catadores

 PALMEIRAS



Sabal  
*Sabal maritima*



Carnaúba  
*Copernicia prunifera*



Areca Bambu  
*Dypsis lutescens*

 ÁRVORES > 10m



Oiti  
*Moquilea tomentosa*



Pau Brasil  
*Caesalpinia echinata*

 FORRAÇÕES



Zebrina  
*Tradescantia zebrina*



Gramma Papuã  
*Paspalum conjugatum*

 ÁRVORES < 10m



Cássia Imperial  
*Cassia fistula*



Flamboiã de Jardim  
*Caesalpinia pulcherrima*



Pau Branco  
*Auxemma oncocalyx*



Pluméria Rubra  
*Plumeria rubra*

 HERBÁCEAS/ ARBUSTOS ≤ 3m



Pândano Amarelo  
*Pandanus baptisti*



Abacaxi Vermelho  
*Ananas lucidus*

 HERBÁCEAS/ ARBUSTOS < 1,5m



Agave Yucca  
*Yucca Filamentosa*



Piteira  
*Furcraea gigantea*

## 6.6 | Solução Estrutural e Detalhes Construtivos

Quanto à estrutura, o bloco principal teve uma solução bastante simples: estrutura em concreto armado com vãos estruturais que variam de 5,50m até 7,50m, conforme solicitado pelos espaços que compõem o programa de necessidades.

O Galpão de triagem, por sua vez, foi pensado com estrutura mista de concreto armado e aço. Com eixos estruturais de 11,00m x 6,20m, os pilares, nascentes desde o subolo, suportam as treliças metálicas de 1m de altura que, por sua vez, recebem a estrutura da cobertura. As passarelas para visita também serão em estrutura metálica, sendo estas engastadas nos pilares da estrutura de concreto. Embora não seja uma técnica construtiva local, trabalhar com estruturas metálicas permitem, além da própria leveza do material, maior agilidade na execução. Somado à isso, o aço é um recurso reciclável, o que contribui para o conceito sustentável do projeto.

A alternativa mista de concreto e aço também foi usada como solução estrutural na composição dos brises pivotantes adotados nas fachadas Sul e Leste dos dois blocos, sendo objeto de detalhamento do projeto.

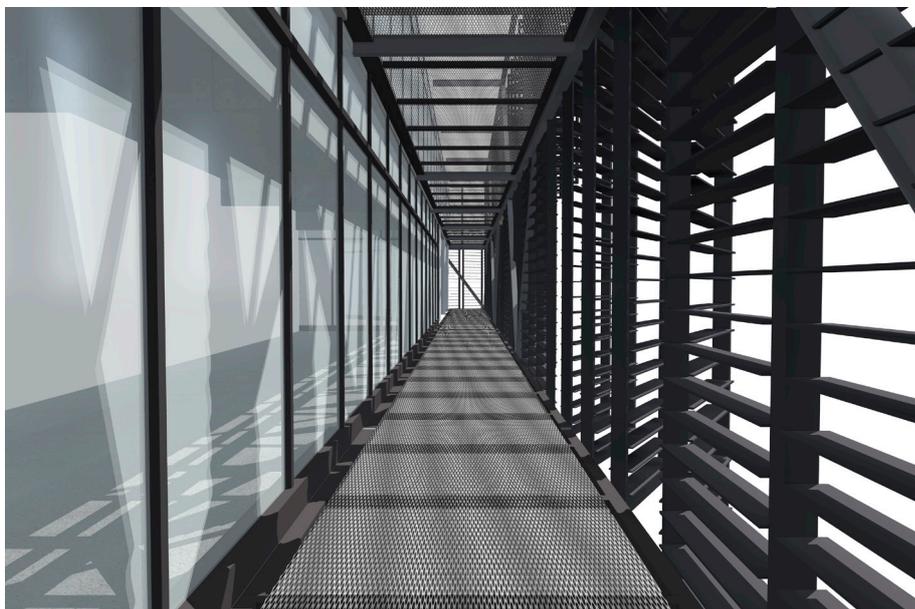
### Brises Soleil

O modelo de brises pivotantes adotados no projeto permite que o usuário os ajuste manualmente até o ângulo adequado para a proteção necessária. Sua estrutura é composta de molduras e aletas móveis em alumínio e possuem uma ótima durabilidade, trazendo um diferencial estético e dinâmico ao projeto e configurando-se como solução efetiva de controle solar. Seu deslocamento excêntrico, próximo a uma das laterais, é feito de 3 em 3 peças por meio de um sistema de requadro de alumínio.

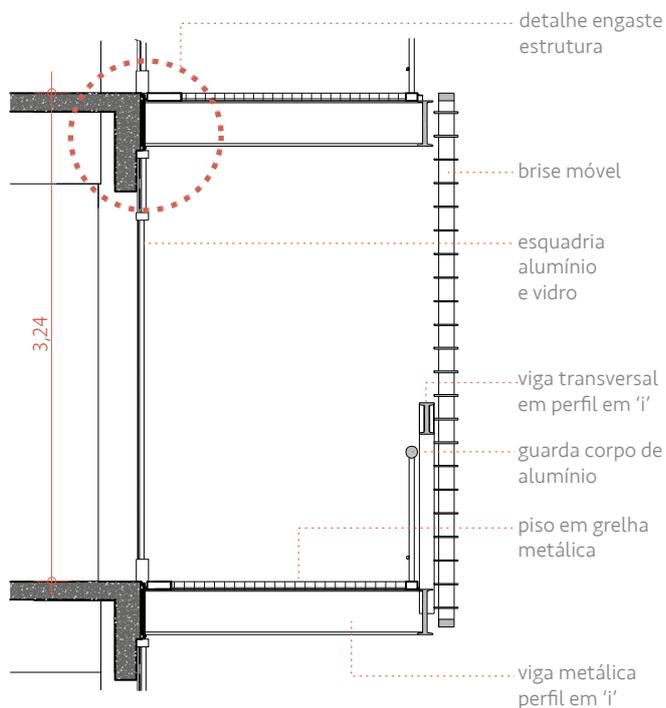
O suporte estrutural fica por conta das vigas metálicas em perfil 'I' engastadas na estrutura do edifício. As vigas transversais garantem uma maior estabilidade à composição estrutural, permitindo assim o devido suporte aos brises.



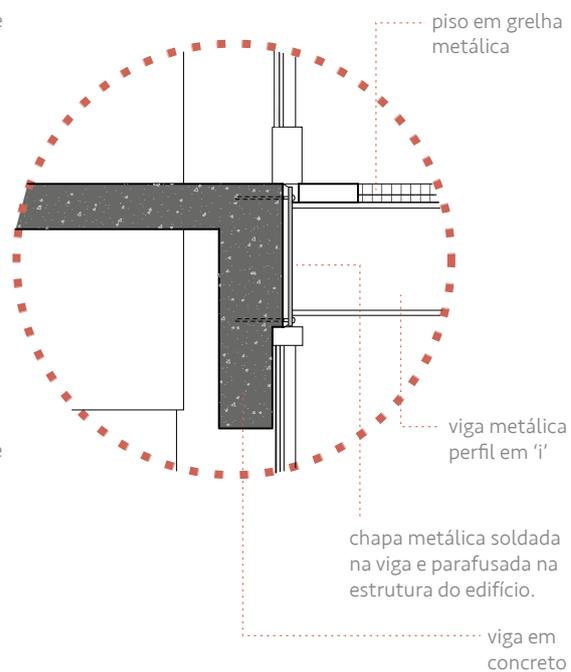
- ▲ 72. Imagem da abertura dos brises usados na sede Sebrae Nacional. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=vxLLJtn4Ygs>



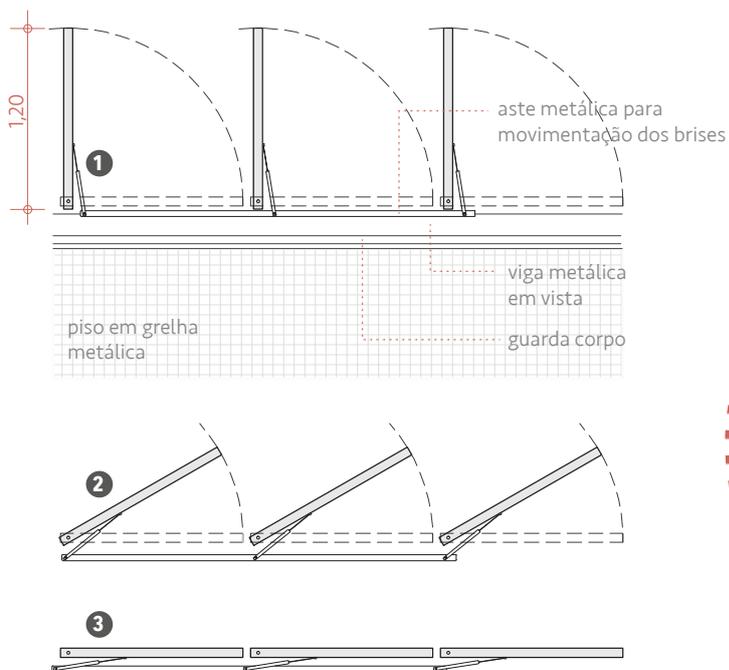
- ▲ 73. Imagem da laje técnica para acesso aos brises do projeto RECICLO. Fonte: elaborado pela autora.



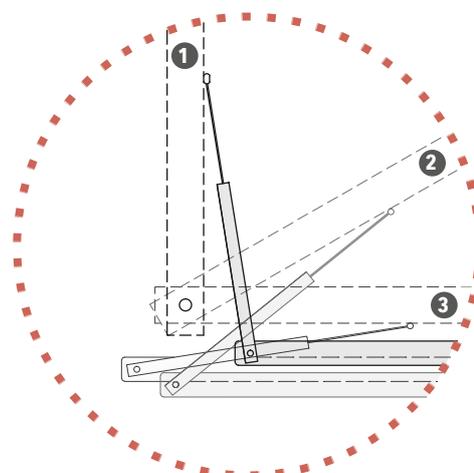
**CORTE SACADA TÉCNICA**  
ESCALA 1:50



**DETALHE ENGASTE ESTRUTURA**  
ESCALA 1:20



**DETALHE ABERTURA BRISES**  
ESCALA 1:50



**DETALHE MOVIMENTAÇÃO BRISES**  
SEM ESCALA

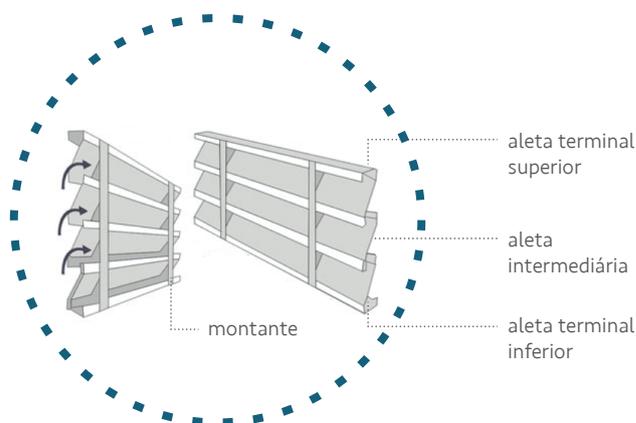
## 6.8 | Condicionamento Ambiental e Sustentabilidade

Nesse quesito, o projeto RECICLO buscou estratégias climáticas como: uso de proteções solares (brises) nas fachadas, pergolados, preferência por revestimentos de cores claras e a técnica da ventilação cruzada.

Este último item foi objeto de estudo, sobretudo, no Galpão de Triagem, onde o trabalho em contato com resíduos sólidos, por mais secos e 'limpos' que estejam, requer uma alta frequência na renovação do ar por hora do ambiente, possibilitando conforto e boas condições de trabalho

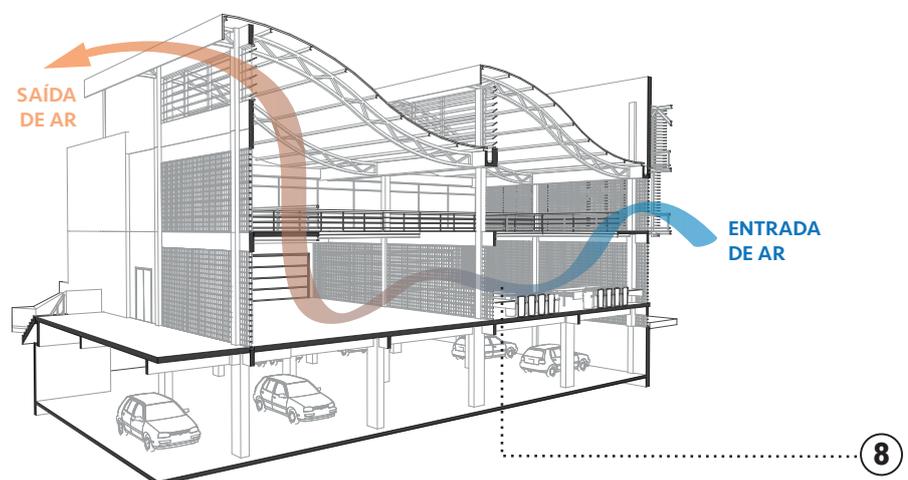
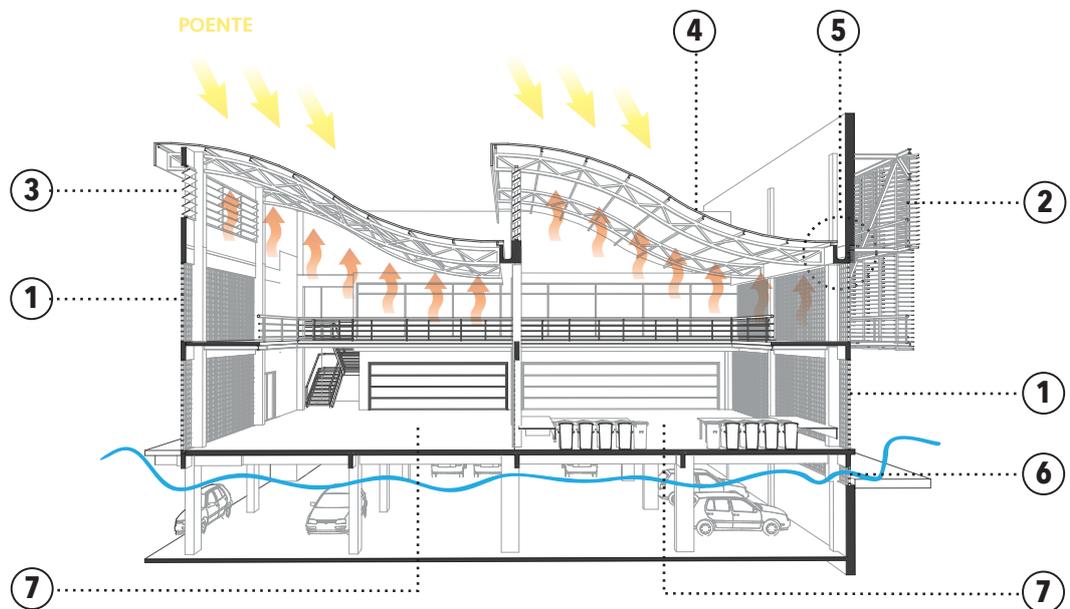
Adotou-se uma coberta em Shed, a qual possibilita generosas aberturas para a saída do ar através de venezianas industriais, que garantem a entrada e saída de ar e proteção em caso de chuva.

Para o conforto térmico do espaço de triagem, optou-se por usar uma telha metálica dupla - tipo sanduíche - com superfícies brancas, de baixa transmitância, as quais possibilitam uma menor absorção de calor por parte do material e, por consequência, têm-se um ambiente de trabalho com temperaturas mais amenas.



- ▼ 74. Corte volumétrico do Galpão com destaque para a esquadria do shed.  
Fonte: Elaborado pela autora.
- ▶ 75. Esquemas dos condicionantes ambientais.  
Fonte: Elaborado pela autora.





1. elementos pré moldados de concreto (cobogós)
2. brises móveis pivotantes
3. esquadria veneziana industrial em alumínio
4. telha metálica sanduíche com superfície branca

5. viga calha
6. aberturas para ventilação do subsolo (cobogós)
7. organização do layout em função dos condicionantes ambientais
8. ventilação cruzada

## Sistema de Captação de águas pluviais

Entre os componentes de programas de conservação de água, a substituição de fontes de recursos hídricos configura uma excelente alternativa, sobretudo sob condições em que a nova fonte sirva a usos menos 'nobres'. O reúso de águas pluviais possui três grandes virtudes: redução da demanda de água potável, redução do pico de inundações (quando aplicada em grandes escalas) e a redução de custos.

No projeto RECICLO, a solução foi adotada visando a reutilização de águas pluviais, sobretudo, para irrigação dos jardins e canteiros. As superfícies de cobertura coletam as águas e as direcionam para um compartimento específico da cisterna, distribuindo-se quando e onde forem necessárias posteriormente.

## Painéis Fotovoltaicos

Outra solução que visa a sustentabilidade econômica no projeto foi a adoção de painéis fotovoltaicos sobre a laje de cobertura da edificação. As placas, voltadas ao Norte para melhor aproveitamento da energia solar, também visam uma redução nos custos de manutenção da Fábrica Escola RECICLO.



◀ 76. Imagem de painéis fotovoltaicos sobre laje de cobertura.

Fonte: <http://www.ebes.com.br/wp-content/uploads/2015/10/greenpeace-01-789x480.jpg>.

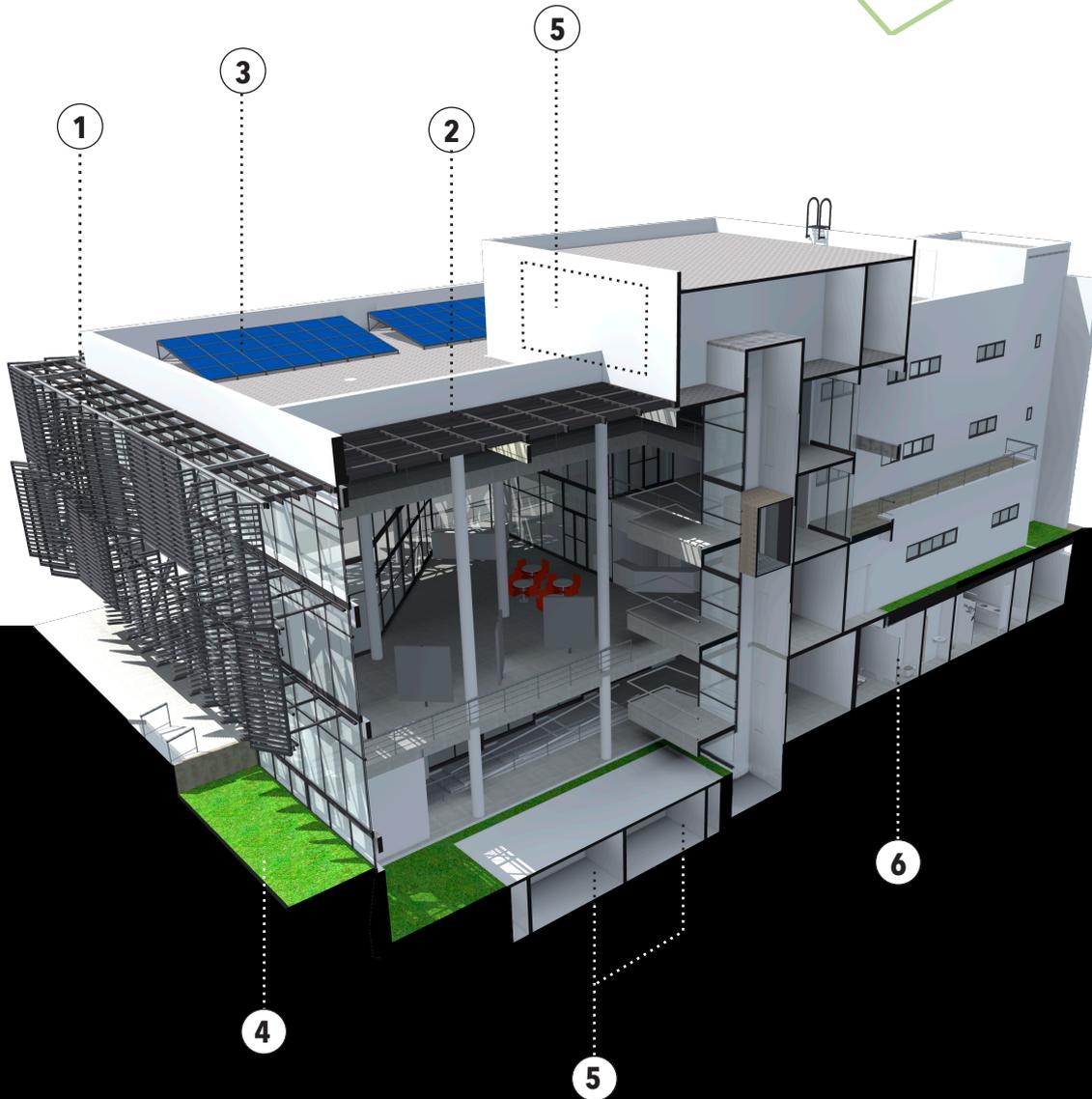
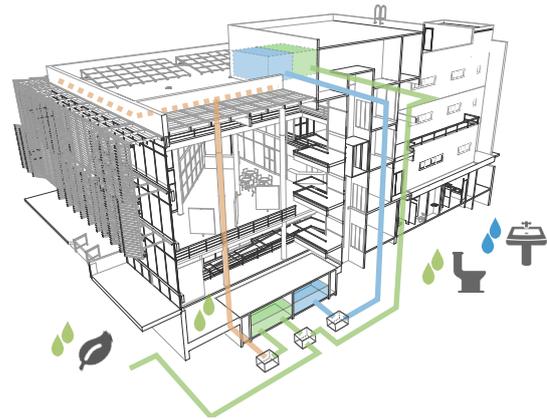
▶ 77. Corte volumétrico do bloco principal, evidenciando as tecnologias sustentáveis adotadas no projeto.

Fonte: Elaborado pela autora.

- 78. Esquema do reaproveitamento das águas pluviais.

Fonte: Elaborado pela autora.

- água da chuva
- água da rede pública
- água tratada e reutilizada



#### TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS ADOTADAS

1. brises horizontais pivotantes nas fachadas sul e leste;
2. pergolados em aço galvanizado;
3. painéis fotovoltaicos instalados na cobertura do edifício;
4. áreas verdes e pavimentação drenante;
5. cisterna com sistema de reaproveitamento de águas pluviais;
6. otimização das instalações devido ao 'empilhamento' dos sanitários;



## [7] CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão dos Resíduos Sólidos Urbanos tem mostrado-se cada vez mais pertinente em discussões ambientais e de saúde pública. O incentivo à redução do consumo vinculado às boas práticas de descarte se apresentam como os principais meios de para garantir um menor impacto da presente civilização sobre o meio ambiente em relação ao lixo, bem como a perenidade dos recursos naturais para as gerações futuras.

A presente pesquisa buscou trazer dados recentes sobre o que tem sido feito em outras partes do mundo em relação aos resíduos, procurando permeanar o assunto de forma geral e, posteriormente, comparando-o com a realidade do nosso país e nossa cidade. O trabalho manifesta a urgência de uma mudança de atitudes sócio-ambientais as quais devem vir desde o poder público, até de nós mesmos. Práticas de reciclagem e triagem de materiais – evidentemente, aliadas à devida coleta e disposição final – são atitudes simples, corretas e baratas e devem ser não só praticadas, mas cada vez mais estimuladas.

Para isso, acredita-se que a resposta ao

problema se dá com o maior envolvimento e participação por parte da população como um todo. A PNRS trás um pouco dessa noção de compromisso através do princípio de responsabilidade compartilhada, o qual atribui a cada setor participante – seja ele civil ou público – da cadeia de produção, consumo, descarte e reúso, a sua devida incubência.

Observou-se que as referências de projetos voltados à reciclagem citadas neste material vêm sempre acompanhadas de um trabalho em paralelo de (re)educação ambiental, ressaltando a importância das atividades didáticas no cenário dos RSU. Ademais, reconhece-se o papel dos profissionais da catatção como sendo peça essencial nesses processos na realidade brasileira, expondo a necessidade de reflexões também socialmente inclusivas.

O projeto da Fábrica Escola RECICLO trabalha fortemente essa questão educacional e propõe uma maior aproximação do público e da cidade com a questão dos resíduos sólidos gerados por ela, mostrando-se uma alternativa possível e viável social e economicamente para a questão.



## [.] BIBLIOGRAFIA

ROGERS, Richard George; GUMUCHDJIAN, Philip. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

HOGAN, Daniel Joseph. **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro**. Núcleo de Estudos de População – Nepo/ Unicamp, Campinas, 2007.

HOGAN, Daniel Joseph. **Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável**. Lua Nova (online), nº 31. São Paulo, 1993.

BESEN, Gina Rizpah. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. Tese de Pós Graduação em Saúde Pública. São Paulo, 2011.

SAWYER, D. **Economia verde e/ou desenvolvimento sustentável. Política Ambiental. Economia verde: desafios e oportunidades**. Belo Horizonte: Conservação Internacional. n.8, jun 2011. Disponível em: . Acesso em: 15 out. 2011.

FREITAS, H. **Centro de triagem de resíduos sólidos urbanos – NOVO HAMBURGO**. Centro Universitário Feevale. Novo Hamburgo. 2009.

SEIDEL, J.M. **Um Problema Urbano - Gerenciamento de Resíduos Sólidos e as Mudanças Ambientais Globais**. UNICAMP. Florianópolis, SC. 2010.

PINHO, P.M.O. **Avaliação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na Amazônia brasileira**. PROCAM, Universidade de São Paulo, 2011.

MARQUISE. **Centro de Tratamento de Resíduos. Solução na gestão de resíduos**. Fortaleza.CE.

## NORMAS E LEIS

Fortaleza. 6 de dezembro de 2013. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Fortaleza.**

Fortaleza. Julho de 2013. PMGIRS de Fortaleza. **Contribuições e Complementações.**

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União, Brasília, 03 ago. 2010b.

ABNT NBR 10004/2004. **Norma Brasileira de Resíduos Sólidos.**

ABNT NBR 9050. **Acessibilidade.**

## MANUAIS

Recomendações técnicas do Ministério das Cidades para construção de galpões de separação de resíduos sólidos e o projeto da Prefeitura de São Paulo. [http://www.web-resol.org/textos/central\\_de\\_triagem-ministerio\\_das\\_cidades.pdf](http://www.web-resol.org/textos/central_de_triagem-ministerio_das_cidades.pdf)

### **I Mostra Virtual Fortaleza 2040: Fortaleza Hoje.**

<http://fortaleza2040.fortaleza.ce.gov.br/site/assets/revistas/i-mostra-virtual/index.html#page/99>

## LINKS E SITES VISITADOS

<http://www.fortaleza.ce.gov.br/acfor/estudos-e-pesquisas>

[http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/acfor/arquivos\\_conteudos/relatorio\\_asmoc\\_2009\\_2010\\_site.pdf](http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/acfor/arquivos_conteudos/relatorio_asmoc_2009_2010_site.pdf)

[http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/acfor/arquivos\\_conteudos/residuos-dispostos-no-asmoc-graficos.pdf](http://www.fortaleza.ce.gov.br/sites/default/files/acfor/arquivos_conteudos/residuos-dispostos-no-asmoc-graficos.pdf)

Pesquisa CEMPRE : <http://cempre.org.br/ciclossoft/id/2>

<http://www.profresiduo.com/news/318/14/fortaleza-centro-e-regional-ii-tem-maior-producao-de-residuo-por-habitante>

<https://www.youtube.com/watch?v=7UueDWmSwcA> - Projeto CRIAR

<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,sao-paulo-ganhara-quatro-centrais-de-reciclagem-de-lixo,1024907>

<http://www.oeco.org.br/oeco-data/27068-meta-preve-aumento-de-reciclagem-em-dez-vezes-em-sao-paulo>

<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,sp-ja-pode-reciclar-mais-lixo-do-que-produz,1529211>

<http://www.RECICLOteca.org.br/projetos/brinquedoteca-viva/>

<http://www.selldorf.com/projects/featured/sims-sunset-park-materials-recycling-facility/>

<http://www.archdaily.com/114134/in-progress-sunset-parkmaterials-recycling-facility-selldorf-architects/>

<http://www.archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-dereciclagem-como-um-equipamento-de-bairro>

<https://www.youtube.com/watch?v=WZJ6Co7xfy8> - Sebrae Nacional

<https://www.youtube.com/watch?v=vxLLJtn4Ygs> - Sebrae Nacional

<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/13.153/4865>

## LISTA DE IMAGENS

01. Mapa dos países em percentagem urbana e das cidades mais populosas do mundo em 2014. Fonte : Relatório de Perspectivas da Urbanização Mundial da ONU  
16
02. Esquema de cidades com metabolismo linear (a) consomem e poluem em alto grau; e cidades com metabolismo circular (b) minimizam novas entradas de energia e maximizam a reciclagem. Fonte: Cidades para pessoas, ROGERS, Richard. 2001.  
19
03. Gráfico de emissões de GEE produzidos pelo homem provenientes de diferentes setores da economia em 2010. Fonte: IPCC, 2013.  
20
04. Gráfico de emissões de CO<sup>2</sup> produzidas pelo homem. Fonte: IPCC, 2013. 21
05. Gráfico dos Resíduos Sólidos Urbanos produzidos diariamente por habitante. Fonte: <http://www.portalresiduossolidos.com/quem-produz-mais-lixo-no-mundo/> Acesso em: 12.01.16.  
22
06. Gráfico da porcentagem de resíduos urbanos tratados e reciclados em relação ao total de resíduos gerados. Fonte: Federal Environmental Agency, 2015. 24
07. Imagens aéreas do aterro sanitário na Baía de Tóquio, Japão. Fonte: Administração de Resíduos Industriais do Japão. SUFRAMA, 2010. 27
08. Imagem de uma Estação de Metrô em Yokohama, Japão. Fonte: Claudia Sarmiento/ O Globo. 27
09. Imagens de bancos e blocos intertravados feitos a partir das cinzas de incineração (eco-cimento). Fonte: Administração de Resíduos Industriais do Japão. SUFRAMA, 2010. 28
10. Gráfico de Municípios com coleta seletiva no Brasil. Fonte : CEMPRE 32
11. Gráfico de coleta total de RSU por regiões. Fonte: ABRELPE, 2014. 33
12. Gráfico de iniciativas de coleta seletiva em regiões do país. Fonte: ABRELPE, 2014. 33
13. Gráfico referente à destinação final dos RSU coletados no território nacional. Fonte: ABRELPE, 2014. 35
14. Gráfico dos índices de reciclagem por material. Fonte : ABRELPE, 2014. 35
15. Mapa de divisão de coleta de São Paulo pelas empresas concessionárias. Fonte : prefeitura de São Paulo. 36
16. Imagem de um dos caminhões que realizam a coleta seletiva. Fonte: EcoUrbis 39
17. Imagem das orientações estampadas nas novas sacolas verdes. Fonte: prefeitura de São Paulo. 39
18. Imagem dos objetivos PNRS. Fonte: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/folder\\_pnrs\\_125.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/folder_pnrs_125.pdf)> 41
19. Imagens das diferentes alternativas de tratamento dos resíduos sólidos. Fonte: <http://www.tecnologiasresiduos.com.br/secao/projeto/> 49
20. Tabela comparativa das características das alternativas de tratamento de

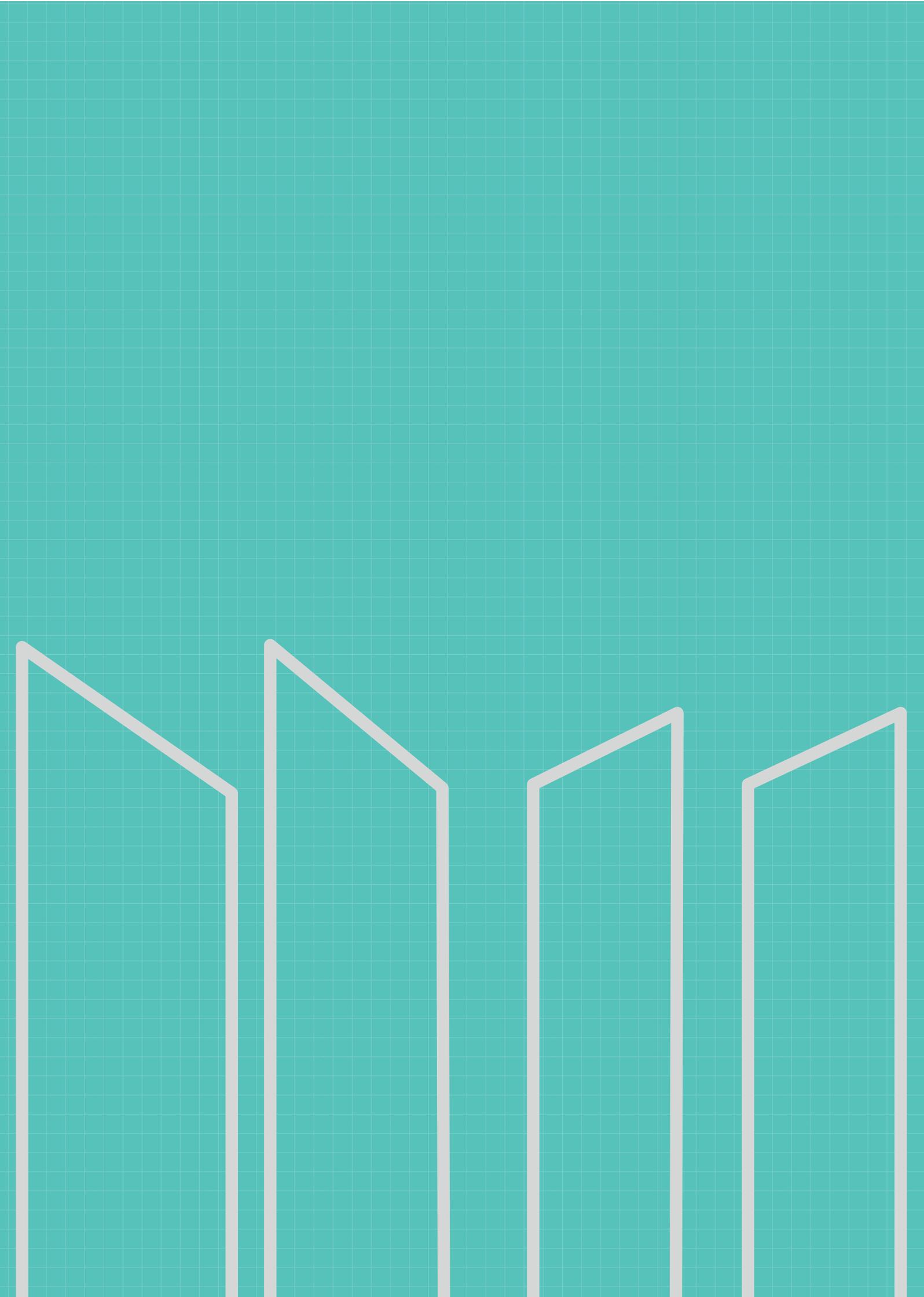
RSU.	50
21. Gráfico da pobreza nas regiões metropolitanas de Fortaleza e Florianópolis (índice de necessidade calórica e renda domiciliar per capita)	53
22. Gráfico da evolução do IDH em Fortaleza.	53
23. Imagem de um ponto de entrega de resíduos em troca de descontos na conta de energia. Fonte : ECOELCE.	56
24. Gráfico da Infra-estrutura programada para Coleta Seletiva.	59
25. Gráfico da relação dos catadores de materiais recicláveis em Fortaleza. Fonte: PMGIRS For.	60
26. Tabela de material reciclável por Associação. Fonte: PMGIRS, 2012.	61
27. Imagens do aplicativo Central 156. Fonte: Imagem própria.	63
28. Imagem do masterplan do Sunset Park Material Recovery Facility. Fonte: < <a href="http://www.selldorf.com/projects/featured/sims-sunset-park-materials-recycling-facility/">http://www.selldorf.com/projects/featured/sims-sunset-park-materials-recycling-facility/</a> >	66
29. Imagens do projeto Sunset Park.	66
30. Imagens do projeto Sydhavns. Fonte: <a href="http://archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-de-reciclagem-como-um-equipamento-de-bairro">http://archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-de-reciclagem-como-um-equipamento-de-bairro</a> >	69
31. Esquema de possíveis atividades no telhado verde. Fonte: < <a href="http://www.archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-de-reciclagem-como-um-equipamento-de-bairro">http://www.archdaily.com.br/br/763189/big-projeta-centro-de-reciclagem-como-um-equipamento-de-bairro</a> >	69
32. Gráfico do caminho do material reciclável na central de triagem Carolina Maria de Jesus. Fonte: < <a href="http://www.ecourbis.com.br/site/noticias.aspx?content=o-caminho-do-material-reciclavél-dentro-da-cmt">http://www.ecourbis.com.br/site/noticias.aspx?content=o-caminho-do-material-reciclavél-dentro-da-cmt</a> >	71
33. Imagens do funcionamento da Central de Triagem. Fonte: < <a href="http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/santo_amaro/noticias/?p=49064">http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/santo_amaro/noticias/?p=49064</a> >;	72
34. Localização do bairro Centro em Fortaleza. Fonte: IPECE (elaborado pela autora).	75
35. Limites do Centro em relação a outros bairros. Fonte: Google Earth (elaborado pela autora).	76
36. Mapa da evolução urbana do município de Fortaleza. Fonte: Elaborado pela autora com base na Mostra virtual Fortaleza 2040, 2015.	78
37. Planta da cidade de Fortaleza de Aldolpho Herbster. Fonte: Mostra virtual Fortaleza 2040, 2015.	79
38. Mapas de produção e atração de viagens para o bairro Centro diariamente. Fonte: Mostra virtual Fortaleza 2040, 2015.	81
39. Esquema de lixeiras subterrâneas (containers). Fonte: Elaborado pela autora com base nos modelos fabricados pela empresa Sotkon Waste System.	83
40. Mapeamento de PEV's e lixeiras subterrâneas (containers) no Centro. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).	84
41. Imagens de sugestão de modelos de comunicação visual propostos no bairro. Fonte: Elaborado por Bárbara Nascimento.	86

42.	Parâmetro urbanísticos adotados. Fonte: PDDU FOR	89
43.	Mapa do Sistema Viário num raio de 500m do terreno do projeto. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).	90
44.	Mapa de Mobilidade num raio de 500m do terreno do projeto. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).	92
45.	Mapa de Uso do solo num raio de 500m do terreno do projeto. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).	94
46.	Mapa de gabaritos das edificações do entorno do terreno do projeto. Fonte: Google Earth (modificado pela autora).	96
47.	Fotos do terreno e seu entorno imediato.	99
48.	Esquema de áreas do Programa de Necessidades. Fonte: Elaborado pela autora.	101
49.	Tabelas com ambientes e áreas do Programa de Necessidades. Fonte: Elaborado pela autora.	103
50.	Fluxograma de funcionamento da Fábrica Escola RECICLO. Fonte: Elaborado pela autora.	103
51.	Esquema de passo a passo para o desenvolvimento do projeto. Fonte: Elaborado por Camila Cirino.	104
52.	Imagens do Ginásio do Sarah Brasília Lago Norte.	107
53.	Imagens do edifício sede Sebrae Nacional.	107
54.	Corte esquemático de setorização do projeto proposto.	109
55.	Perspectiva axonométrica setorizada do projeto. Fonte: Elaborada pela autora.	110
56.	Imagens da Fábrica Escola RECICLO. Fonte: Elaborada pela autora. Finalização: Victor Menezes.	110
57.	Perspectiva da Fábrica Escola RECICLO vista da fachada Norte.	120
58.	Perspectiva do memorial do lixo.	121
59.	Perspectiva interna do bloco principal.	122
60.	Perspectiva interna da recepção, loja e café.	123
61.	Perspectiva da biblioteca e sacada técnica.	124
62.	Perspectiva interna da biblioteca RECICLO.	125
63.	Perspectiva interna da biblioteca.	126
64.	Perspectiva interna da sala de informática e pesquisa.	127
65.	Perspectiva interna da sala de curso e capacitação.	128
66.	Perspectiva interna da sala de oficinas.	129
67.	Perspectiva interna do Galpão RECICLO.	130
68.	Perspectiva interna do Galpão RECICLO.	131
69.	Perspectiva interna do Galpão RECICLO.	132
70.	Equipamentos presentes do Galpão RECICLO. Fontes: <a href="http://logismarket.ind.br">http://logismarket.ind.br</a> ; <a href="http://tubolar.ind.br">http://tubolar.ind.br</a> ; <a href="http://webermove.com.br">http://webermove.com.br</a> ; <a href="http://garciaquindastes.com">http://garciaquindastes.com</a> .	134
71.	Imagem da abertura dos brises usados na sede Sebrae Nacional. Fonte: ht-	

<a href="https://www.youtube.com/watch?v=vxLLJtn4Ygs">tps://www.youtube.com/watch?v=vxLLJtn4Ygs</a>	140
72. Imagem da laje técnica para acesso aos brises do projeto RECICLO. Fonte: elaborado pela autora.	140
73. Corte volumétrico do Galpão com destaque para a esquadria do shed.	142
74. Esquemas dos condicionandes ambientais.	142
75. Imagem de painéis fotovoltaicos sobre laje de coberta.	144
76. Corte volumétrico do bloco principal, evidenciando as tecnologias sustentáveis adotadas no projeto.	144
77. Esquema do reaproveitamento das águas pluviais.	145







# RECICLO

FÁBRICA ESCOLA DE RECICLAGEM

DAU - UFC - TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO  
NAYANNE GUERRA CASTRO



## [1] CONCEPÇÃO E PARTIDO ARQUITETÔNICO

O projeto da Fábrica Escola RECICLO tem como premissa a integração de um equipamento de caráter industrial com um equipamento educacional e cultural, e sua devida conexão com a cidade. Determinaram-se, inicialmente, alguns princípios gerais para que estes servissem como ponto de partida para a elaboração do projeto. Os princípios adotados foram:

### (1) Divisão dos fluxos:

Por tratar-se de um equipamento que atende usuários de perfis diferentes, definiu-se os fluxos separadamente dos funcionários internos, dos agentes externos (que trazem o material) e do público em geral.

### (2) Integração interior-externo

A premissa implica em propor um edifício com qualidade arquitetônica, dotados de materiais com transparência, os quais possibilitem o despertar do interesse do transeunte para conhecer e visitar a Fábrica Escola RECICLO.

### (3) Conforto ambiental

Adoção de soluções que proporcionem conforto ambiental e possibilitem a redução nos custos de energia do edifício. Pode-se citar como exemplo a organização dos espaços internos do edifício levando em conta o sentido da ventilação e da incidência direta do sol.

### (4) Integração visual e espacial

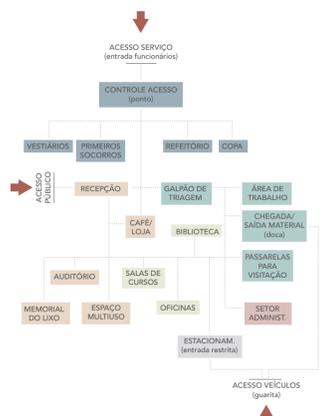
Buscar a integração visual entre os pavimentos e blocos do edifício. Para isso, propõe-se em alguns momentos o emprego de vazios possibilitando um jogo de pés-direitos ora duplos, ora triplos.

### (5) Gabarito análogo ao entorno

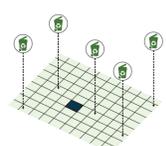
O programa totaliza aproximadamente 4500 m<sup>2</sup> de área total construída, disposta no terreno de 4000 m<sup>2</sup>. Definido em dois blocos distintos - um de térreo mais 2 pavimentos (educacional) e outro de térreo mais 1 pavimento (triagem) - o edifício proposto apresenta-se com gabarito compatível ao entorno.

### (6) Emprego de materiais e técnicas locais

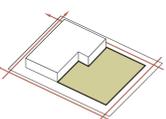
Utilização de materiais pré-moldados de concreto e alguns elementos metálicos, privilegiando técnicas locais, as quais resultam em redução de custos.



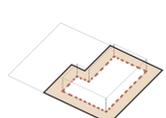
### GRÁFICO DE ÁREAS POR SETOR



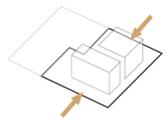
1. Proposição de um plano de coleta que direcione os resíduos à Fábrica-Escola Reciclo;



2. Terreno de 3 frentes, servido de 1 via tipo arterial II e as outras locais;



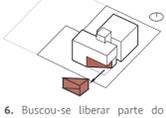
3. Recuos obrigatórios de 10m em todos os lados do terreno;



4. Definição dos diferentes fluxos e acessos no sentido norte-sul;



5. Definição de 2 blocos edificadas que compartilham o mesmo volume de circulação vertical;



6. Buscou-se liberar parte do pavimento térreo, criando um pátio de pé direito duplo que marca o acesso principal do edifício;



7. Definição de um vazio no nível do subsolo para ventilação e iluminação;



8. Painéis metálicos de proteção solar garantiram a integridade do conjunto.



## [2] MEMORIAL DESCRITIVO

A implantação da edificação no terreno teve como base os recuos obrigatórios exigidos pela legislação municipal seguido da definição dos deslocamentos e acessos desejados. A gama de atividades presentes no programa - e, consequentemente, o público que as pratica - exigiam uma distinção para cada tipo de fluxos.

Designou-se a fachada Sul - a qual é servida pela Av. Duque de Caxias - para a admissão de visitantes e funcionários, ao mesmo tempo que a fachada Norte absorveu a entrada de veículos particulares (carros, motos) e veículos de carga (caminhões e carros de coleta). Embora por lei os acessos de veículos devam ser voltados para a via de maior hierarquia, optou-se por, nesse caso, direcioná-los para a via oposta, a fim de evitar congestionamentos e conflitos, principalmente em relação ao transporte público.

Em seguida, iniciou-se um estudo de massa para definição da quantidade de pavimentos que seriam necessários para atender o programa do projeto. Junto a isso, buscou-se seguir a volumetria dos demais imóveis do entorno, que se manifesta, em sua maioria, em térreo mais 1(um) ou 2(dois) pavimentos. A partir daí, considerando a ventilação prevalente leste/sudeste, foram estabelecidas as zonas de permanência, enquanto as circulações, sanitários e áreas de mobilidade foram posicionadas, preferencialmente, à oeste.

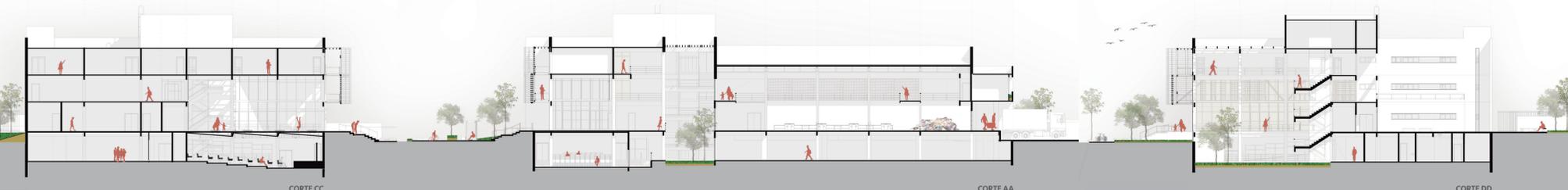
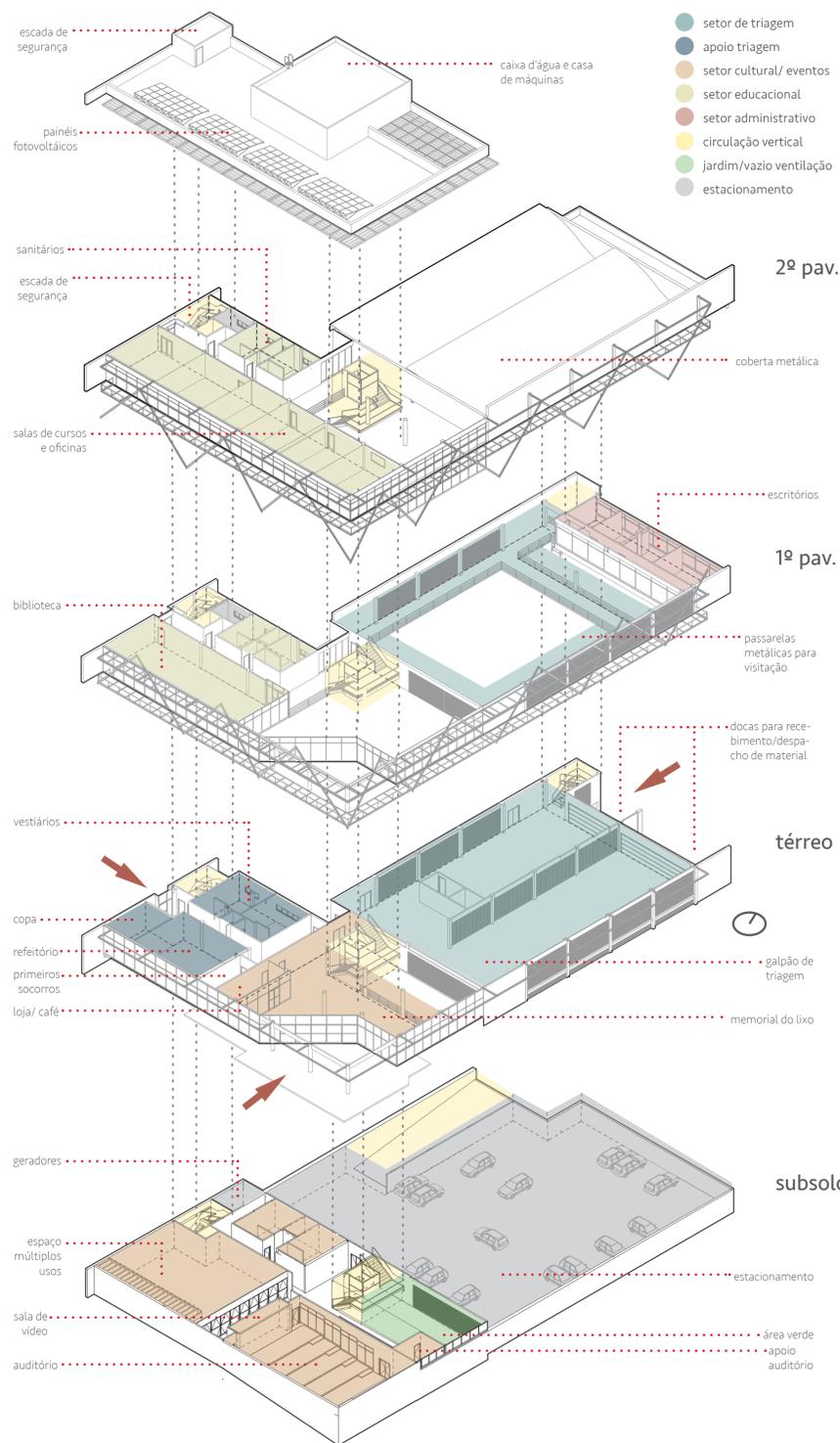
O projeto apresenta-se então em 2(dois) blocos: o Galpão, onde acontecem os processos relacionados à triagem de materiais recicláveis; e o bloco principal, voltado para as atividades de apoio, capacitação e funções sócioeducativas.

O projeto do Galpão foi organizado em dois pavimentos. O térreo, definido por um grande espaço de pé direito duplo e planta livre, abriga todas as atividades relacionadas à triagem dos recicláveis, enquanto o pavimento superior (1º pavimento) é definido por um vazio contornado por passarelas em estrutura metálica destinadas para visitação bem como pelo setor administrativo/ financeiro do RECICLO.

Para facilitar a recepção e escoamento de materiais, através das docas, no Galpão, o nível do pavimento térreo foi definido a 1,20m acima do nível do passeio.

O bloco principal, desenvolvido em 3 pavimentos, recebe as demais atividades. Com um acesso independente pela fachada oeste, o setor de apoio dos funcionários conecta-se com o galpão através de uma circulação restrita. Ao lado, situam-se os espaços voltados imediatamente ao público. Os pavimentos superiores recebem a biblioteca (1º pavimento) e salas de aula e oficinas (2º). No pavimento inferior, encontram-se o auditório, espaço para múltiplos usos e estacionamento.

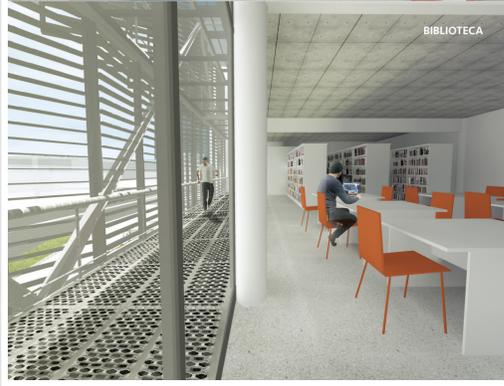
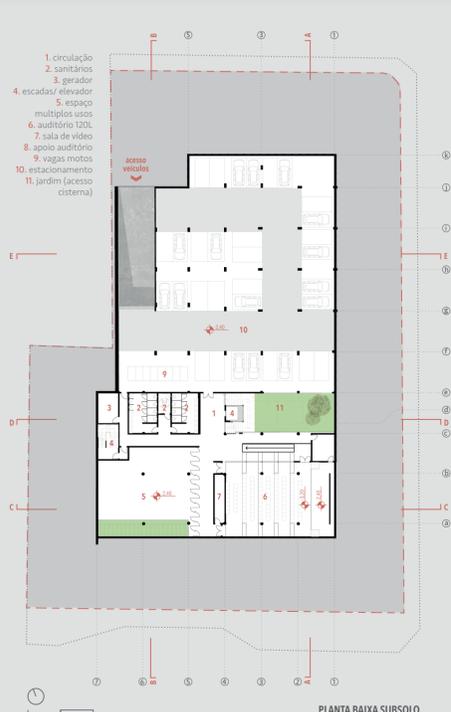
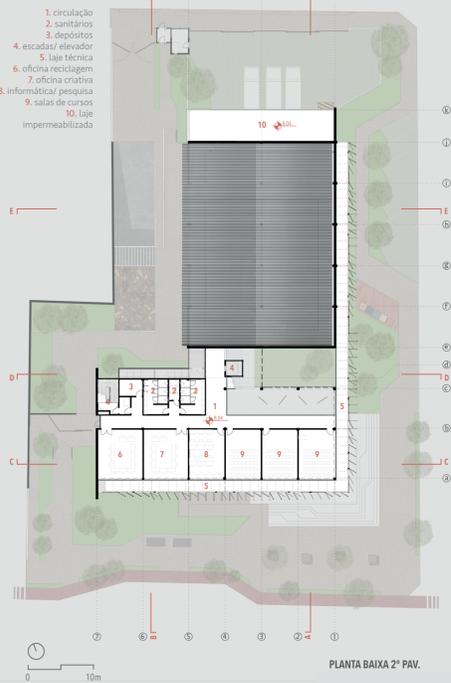
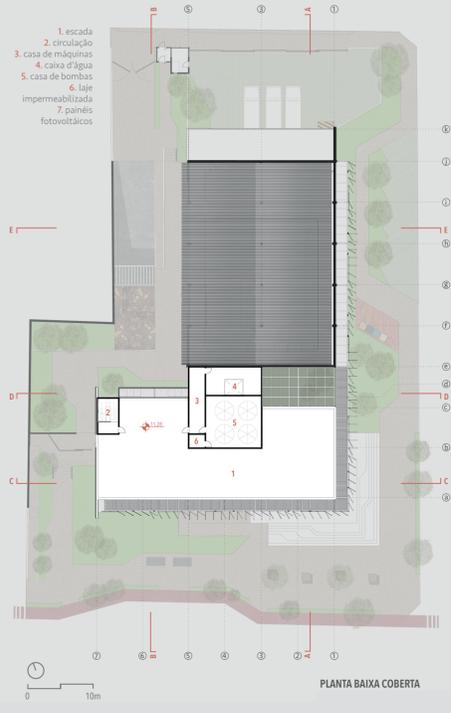
Entre os dois blocos, unidos através de uma torre de circulação vertical, foi proposto um jardim ao nível do subsolo, o qual integra visualmente os demais pavimentos do bloco principal, resultando num espaço dinâmico e convidativo. A conexão visual deste com o espaço interno do Galpão - e deles com o exterior - dá-se pela escolha de materiais permeáveis, como o cobogós, brises e esquadrias de alumínio e vidro com aberturas maximar.



# RECICLO

FÁBRICA ESCOLA DE RECICLAGEM

DAU - UFC - TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO  
NAYANNE GUERRA CASTRO

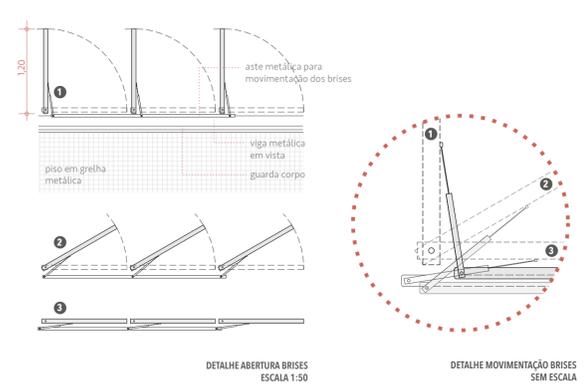
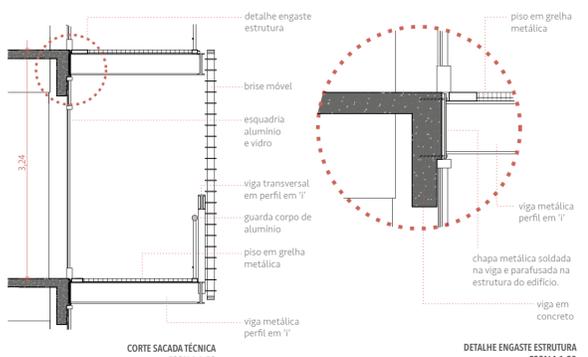


### [3] SOLUÇÃO ESTRUTURAL E DETALHES

Quanto à estrutura, o bloco principal teve uma solução bastante simples: estrutura em concreto armado com vãos estruturais que variam de 5,50m até 7,50m, conforme solicitado pelos espaços que compõem o programa de necessidades.

O Galpão de triagem, por sua vez, foi pensado com estrutura mista de concreto armado e aço. Com eixos estruturais de 11,00m x 6,20m, os pilares, nascentes desde o subolo, suportam as treliças metálicas de 1m de altura que, por sua vez, recebem a estrutura da coberta. As passarelas para visitação também serão em estrutura metálica, sendo estas engastadas nos pilares da estrutura de concreto. Embora não seja uma técnica construtiva local, trabalhar com estruturas metálicas permitem, além da própria leveza do material, maior agilidade na execução. Somado à isso, o aço é um recurso reciclável, o que contribui para o conceito sustentável do projeto.

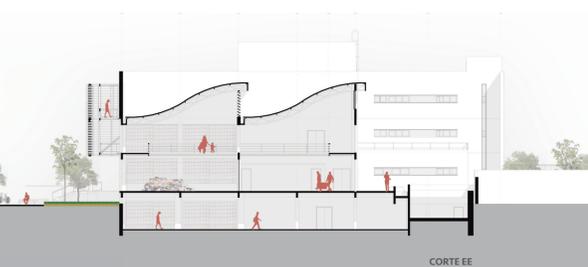
A alternativa mista de concreto e aço também foi usada como solução estrutural na composição dos brises pivotantes adotados nas fachadas Sul e Leste dos dois blocos, sendo objeto de detalhamento do projeto.



**Brises Soleil**

O modelo de brises pivotantes adotados no projeto permite que o usuário os ajuste manualmente até o ângulo adequado para a proteção necessária. Sua estrutura é composta de molduras e aletas móveis em alumínio e possuem uma ótima durabilidade, trazendo um diferencial estético e dinâmico ao projeto e configurando-se como solução efetiva de controle solar. Seu deslocamento excêntrico, próximo a uma das laterais, é feito de 3 em 3 peças por meio de um sistema de requadro de alumínio.

O suporte estrutural fica por conta das vigas metálicas em perfil 'I' engastadas na estrutura do edifício. As vigas transversais garantem uma maior estabilidade à composição estrutural, permitindo assim o devido suporte aos brises.



[4] GALPÃO DE TRIAGEM RECICLO

As etapas de trabalho em uma usina/ centro de triagem definem a disposição do seu layout. Via de regra, o passo a passo é feito de forma linear, iniciando-se em uma das extremidades, a partir de uma área de descarga/ recepção de materiais e termina na extremidade oposta, em uma área para expedição. Os estágios entre eles são: triagem primária e secundária, prensagem e armazenamento de fardos (material reciclável comprimido que será transportado para as indústrias recicladoras).

O Galpão de triagem da Fábrica Escola RECICLO tem 730 m<sup>2</sup> de área útil e, em função da sua implantação, é composto por apenas uma área para descarga/expedição. Propõe-se portanto uma nova organização no fluxo de atividades, onde os estágios acontecem de maneira cíclica, começando e terminando em uma mesma extremidade.

O material coletado pelos agentes externos e trazidos nos caminhões - ou através de catadores - é depositado na área destinada à este fim. O espaço foi dimensionado para o armazenamento de até um dia de coleta prevista. Em seguida, os agentes internos fazem a primeira triagem, separando o material por tipo (papel, plástico, vidro, metal etc) nos tambores específicos.

Inicialmente, imagina-se que a triagem primária acontecerá apenas com silos e mesas, reduzindo assim os custos iniciais com equipamentos e a quantidade de rejeitos - que com esteiras mecânicas chegam a ser 20% a mais do que no processo manual. Além disso, segundo o Ministério das Cidades, o processo manual promove uma maior inclusão social e eleva o número de empregos. Entretanto, as dimensões propostas já levam em consideração o tamanho das esteiras mecânicas, que possuem 14m de comprimento.

Optou-se por organizar essa etapa com mesas transversais de dimensões que comportam, cada uma, 4 trabalhadores. Os tambores, depois de cheios, são levados para uma das 13 baias metálicas de separação por tipo e, posteriormente, para a área de prensa.

Teremos, portanto, trabalhando dentro do Galpão os seguintes agentes:

- 2 encarregados de serviços gerais;
- 6 carregadores (chegada/saída de material);
- 32 triadores;
- 6 deslocadores de tambores;
- 6 retiradores de plástico;
- 6 retiradores de metal;
- 10 enfardadores;

As atividades de gerenciamento serão realizadas por: 3 (três) administradores, 1(um) encarregado financeiro e 1(um) encarregado do setor pessoal.

Considerado de porte médio/grande (entre 600 e 1200m<sup>2</sup>), o Galpão RECICLO deverá ter os seguintes equipamentos para seu funcionamento:

- 1 prensa enfardadeira vertical de 20t;
- 1 balança mecânica de 1000kg;
- 1 carrinho plataforma de 2 eixos; e
- 1 empilhadeira simples com capacidade de até 1000 kg;

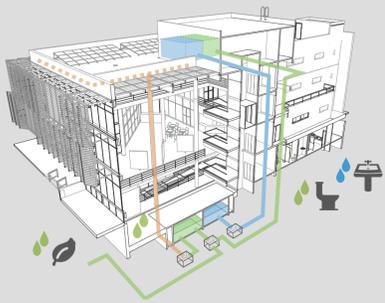
CONDICIONAMENTO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

Nesse quesito, o projeto RECICLO buscou estratégias climáticas como: uso de proteções solares (brises) nas fachadas, pergolados, preferência por revestimentos de cores claras e a técnica da ventilação cruzada.

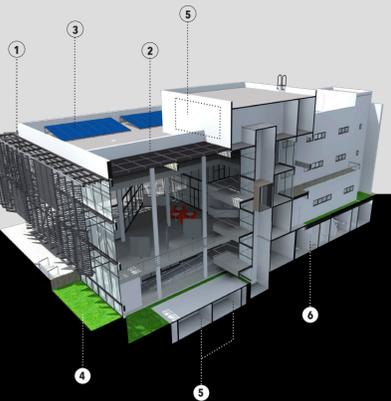
Este último item foi objeto de estudo, sobretudo, no Galpão de Triagem, onde o trabalho em contato com resíduos sólidos, por mais secos e 'limpos' que estejam, requer uma alta frequência na renovação do ar por hora do ambiente, possibilitando conforto e boas condições de trabalho.

Adotou-se uma cobertura em Shed, a qual possibilita generosas aberturas para a saída do ar através de venezianas industriais, que garantem a entrada e saída de ar e proteção em caso de chuva.

Para o conforto térmico do espaço de triagem, optou-se por usar uma telha metálica dupla - tipo sanduíche - com superfícies brancas, de baixa transmitância, as quais possibilitam uma menor absorção de calor por parte do material e, por consequência, têm-se um ambiente de trabalho com temperaturas mais amenas.



- água da chuva
- água da rede pública
- água tratada e reutilizada



TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS ADOPTADAS

1. brises horizontais pivotantes nas fachadas sul e leste;
2. pergolados em aço galvanizado;
3. painéis fotovoltaicos instalados na cobertura do edifício;
4. áreas verdes e pavimentação drenante;
5. sistema com sistema de reaproveitamento de águas pluviais;
6. otimização das instalações devido ao empilhamento dos sanitários;



# RECICLO

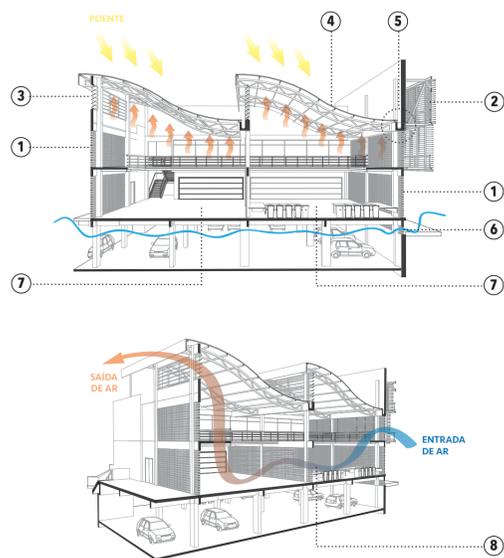
FÁBRICA ESCOLA DE RECICLAGEM

DAU - UFC - TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO  
NAYANNE GUERRA CASTRO



- |                                  |   |   |
|----------------------------------|---|---|
| 1. pátio de recepção de material | 4. triagem secundária (divisão por tipo de resíduo) | 8. depósito para a guarda de equipamentos |
| 2. material à triar              | 5. compactação e enfardamento                       | 9. saídas de emergência                   |
| 3. triagem primária              | 6. estoque de fardos                                | 10. plataforma elevatória                 |
|                                  | 7. pátio de despacho                                |   |

CONDICIONANTES AMBIENTAIS



- |   |  |
|---|--|
| 1. elementos pré moldados de concreto (cobogós)   | 5. viga calha  |
| 2. brises móveis pivotantes                       | 6. aberturas para ventilação do subsolo (cobogós)                |
| 3. esquadria veneziana industrial em alumínio     | 7. organização do layout em função dos condicionantes ambientais |
| 4. telha metálica sanduíche com superfície branca | 8. ventilação cruzada  |

