

# 2022

# Action Fund Brazil

## PROJETO MORRO DA CRUZ CIRCULAR

Programa



Action Fund Brazil

Financiamento

Google.org

Gestão e Implementação



Parceiros



Projeto



Projeto, curadoria  
e ideias para cidades  
inovadoras e inclusivas



METABOLIC



PYXERA Global



viaverde  
energia



SMARIAS  
PROJETOS SUSTENTÁVEIS



CIUPOA  
CENTRO DE  
INTELIÊNCIA URBANA



# FICHA TÉCNICA

## AUTORES:

Nico Schouten  
Elisabeth den Boer  
Matilde Breda  
Lisa van Heyningen  
Pieter Witteveen

## REALIZADO EM COLABORAÇÃO COM:

Fernanda Scur, PYXERA Global  
Alexandre Milk, Via Verde Energia  
ICLEI América do Sul

## DESIGN GRÁFICO POR:

Sunniva Unneland  
Twin de Rooy

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS PARA:

Tania Pires, Centro de Inteligência Urbana Porto Alegre  
Daniely Votto, DVotto Consultoria  
Iuri Guilherme, Matehackers  
Fernanda Sequeira, 5Marias  
Márcia Castro, 5Marias  
Gislaine de Oliveira Coutinho, Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Prof. Judith Macedo de Araújo  
Pedro da Silva Silveira, Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Morro da Cruz  
Estudantes, professores e equipe Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Prof. Judith Macedo de Araújo  
Estudantes, professores e equipe Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Morro da Cruz  
Marcelo Santos de Souza, Estância Pasqualletto  
Genoir Antônio Catarina, Estância Pasqualletto  
Crianças e Equipe da Estância Pasqualletto  
Rodrigo Perpétuo, ICLEI América do Sul  
Leta Vieira, ICLEI América do Sul  
Raísa Soares, ICLEI América do Sul  
Letícia Borges, ICLEI América do Sul  
Sebastião Melo, Prefeito de Porto Alegre  
Germano Bremm, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade de Porto Alegre  
Rovana Bortolini, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade de Porto Alegre  
Sônia Maria Oliveira da Rosa, Secretaria Municipal da Educação de Porto Alegre  
Lia Wilges, Secretaria Municipal da Educação de Porto Alegre

# ÍNDICE

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SUMÁRIO EXECUTIVO</b>                                              | <b>4</b>  |
| <b>INTRODUÇÃO</b>                                                     | <b>6</b>  |
| <b>A ECONOMIA CIRCULAR</b>                                            | <b>8</b>  |
| <b>METODOLOGIA</b>                                                    | <b>9</b>  |
| <b>ANÁLISE DO ESTADO ATUAL</b>                                        | <b>11</b> |
| EMEF Morro da Cruz                                                    | 12        |
| EMEF Judith                                                           | 15        |
| <b>METAS E KPIS</b>                                                   | <b>18</b> |
| 🔄 Tema 1: Trabalhar para uma escola autossuficiente                   | 19        |
| 🌿 Tema 2: Complementar o ecossistema natural                          | 20        |
| 🎓 Tema 3: Educar e inspirar a comunidade                              | 20        |
| 💡 Tema 4: Construir uma comunidade em torno de iniciativas circulares | 20        |
| <b>INTERVENÇÕES</b>                                                   | <b>21</b> |
| <b>IMPACTO</b>                                                        | <b>24</b> |
| EMEF Morro da Cruz                                                    | 25        |
| EMEF Judith                                                           | 26        |
| <b>CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES</b>                                      | <b>27</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                                         | <b>29</b> |
| <b>ANEXO 1: KPI FRAMEWORK</b>                                         | <b>29</b> |
| 🔄 Tema 1: Trabalhar para uma escola autossuficiente                   | 29        |
| 🌿 Tema 2: Complementar o ecossistema natural                          | 30        |
| 🎓 Tema 3: Educar e inspirar a comunidade                              | 30        |
| 💡 Tema 4: Construir uma comunidade em torno de iniciativas circulares | 30        |
| <b>ANEXO 2: BIODIGESTOR</b>                                           | <b>32</b> |
| <b>ANEXO 3: FONTES</b>                                                | <b>33</b> |

# SUMÁRIO EXECUTIVO

---

**Este relatório é um dos frutos do projeto Morro da Cruz Circular, que foi contemplado em 2020 pelo Fundo Action Fund Brazil, patrocinado pelo Google.org e gerido pelo ICLEI América do Sul. O fundo, em parceria com as prefeituras de Porto Alegre e Curitiba, selecionou 4 projetos propostos por organizações da sociedade civil para implementarem ação climática em seus territórios com base na utilização dos dados da plataforma Environmental Insights Explorer - o Google EIE.**

---

Neste projeto, a Metabolic colaborou com a PYXERA Global, o Centro de Inteligência Urbana de Porto Alegre (CIUPOA), a Via Verde Energia e a organização 5Marias para criar uma Prova de Conceito sobre o potencial transformador das energias renováveis em territórios vulneráveis, através da combinação de tecnologia, educação socioambiental e abordagens sistêmicas e participativas baseadas em dados. O projeto materializou o início de um processo de transformação, através de um componente de infraestrutura e de uma abordagem sistêmica e participativa, de duas escolas municipais em pólos de economia circular e zero emissão. Isso foi feito

avaliando o estado atual de duas escolas na região do Morro da Cruz sob uma perspectiva de sustentabilidade, co-criando uma visão e KPIs (Key Performance Indicators – Indicadores Chave de Performance) para medir o progresso e implementando um conjunto de intervenções para mitigar impactos. A comunidade do Morro da Cruz em Porto Alegre (Rio Grande do Sul) é uma das regiões mais vulneráveis da cidade, e o projeto buscou auxiliar na construção da resiliência ambiental e socioeconômica daquele território. O ano de referência foi 2019, escolhido especificamente por representar o impacto das escolas melhor do que 2020/2021, na perspectiva da pandemia.

## Visão

## TEMA 1

**Trabalhar para uma escola autossuficiente**

Uma escola autossuficiente é capaz de atender às suas próprias necessidades. Isso implica que a demanda de recursos seja mantida baixa e a geração de energia, a produção de alimentos e a reutilização e reciclagem de materiais sejam otimizadas.

## TEMA 2

**Complementar o ecossistema natural**

Uma escola circular apoia o ecossistema natural e a biodiversidade ao redor da escola. Trabalhando em harmonia com o entorno, pode-se criar um ambiente escolar saudável e inspirador com impacto mínimo nos recursos locais.

## TEMA 3

**Apoiar, inspirar e educar a comunidade**

Usar o papel de educador para ensinar os alunos e a comunidade local sobre a vida sustentável e melhores práticas.

## TEMA 4

**Construir uma comunidade em torno de iniciativas circulares**

Uma escola circular não só tem um impacto ambiental positivo, mas também apoia a comunidade compartilhando conhecimento e recursos sobre circularidade para permitir que outras pessoas sejam mais saudáveis, felizes e produtivas.

Com base nessa visão e nos KPIs, um conjunto de intervenções (por exemplo, painéis fotovoltaicos e um biodigestor) foi implementado em ambas as escolas. Isso resulta nos seguintes impactos.

**ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL (EMEF) MORRO DA CRUZ**

Aproximadamente 61% da demanda total de energia da escola será fornecida pelos painéis fotovoltaicos, pois geram mais de 34.600 kWh de eletricidade anualmente. A economia aproximada anual é de cerca de R\$ 29.000,00 anuais. Com o biodigestor atual, cerca de 10% de todos os resíduos orgânicos de alimentos podem ser usados para criar gás natural. Isso reduzirá a necessidade de gás GLP para cozinhar em cerca de 4%. Juntas, essas duas ações resultarão em uma economia de cerca de 4.800 kg de emissões de CO<sub>2</sub> por ano.

**ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL (EMEF) PROF. JUDITH MACEDO DE ARAÚJO**

A produção prevista de energia através de painéis fotovoltaicos é estimada em 2.880 kWh/mês ou 34.600 kWh/ano. Isso representaria cerca de 61% do consumo anual de energia da escola com economia estimada similar a da EMEF Morro da Cruz (os painéis ainda não foram ligados devido à questões de dificuldades técnicas, já solucionadas na conclusão desta prova de conceito). Com o biodigestor

atual, cerca de 20% de todos os resíduos orgânicos de alimentos podem ser usados para criar gás natural. Isso reduzirá a necessidade de gás GLP para cozinhar em cerca de 6%. Juntas, essas duas ações resultarão em uma economia anual de 5.280 kg de emissões de CO<sub>2</sub>.

Esse processo e a implementação dessas intervenções resultaram em um conjunto de recomendações que podem ser levadas adiante em próximos projetos.

**Principais Recomendações**

- **Uma perspectiva holística é importante:** A avaliação de impacto realizada pela Metabolic mostra que, além do impacto ambiental do consumo de energia, a maior parte do impacto é causado por bens materiais, como alimentos e produtos de higiene.
- **Armazenamento de dados:** A disponibilidade de dados é essencial para criar insights sobre o impacto ambiental. Projetos futuros devem criar um processo para documentar os dados necessários de forma adequada.
- **Infraestrutura técnica:** A infraestrutura elétrica e física existente pode atrasar a instalação de intervenções sustentáveis, como painéis fotovoltaicos. É necessário preparar a infraestrutura adequada para evitar eventuais atrasos no cronograma do projeto.
- **Projeto e construção:** Além das soluções técnicas, intervenções mais passivas devem ser revisadas para reduzir a necessidade de instalações com uso intensivo de energia, como ar condicionado.

# INTRODUÇÃO

Porto Alegre é uma cidade com mais de 1.400.000 habitantes. Localizada no Sul do Brasil, é a décima segunda cidade mais populosa do país. Em sua história recente, tem sido uma grande referência no que diz respeito ao tema da sustentabilidade, sendo a primeira cidade a criar uma Secretaria de Meio Ambiente (1976) e promover a coleta de lixo seletiva (1991). Devido ao rápido crescimento urbano, crises econômicas e diferentes cenários políticos, Porto Alegre enfrenta atualmente desafios para o enfrentamento da crise climática. Por esses motivos, tem adotado uma série de estudos e instrumentos climáticos para que a cidade atinja a resiliência urbana, políticas de sustentabilidade e medidas necessárias relacionadas às mudanças do clima. Para contribuir e somar esforços neste objetivo comum, e recuperar essa posição, o projeto Morro da Cruz Circular entrega esta Prova de Conceito (PoC) sobre a transformação de edifícios existentes e o potencial uso de energia renovável em territórios vulneráveis, desenvolvido com base no trabalho realizado pelo projeto em duas escolas municipais no período de dezembro de 2020 a junho de 2022.

## POLÍTICAS SUSTENTÁVEIS EM PORTO ALEGRE

O município de Porto Alegre já iniciou sua transição sustentável há algum tempo. O primeiro passo foi a promessa de redesenhar a cidade em coordenação com a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +20). Porto Alegre quer ficar mais verde e a disseminação espacial de prédios e atividades precisa ser adequada e passar por mudanças se compararmos a forma como são atualmente. A cidade está implementando uma série de medidas para atuar de forma mais assertiva frente à estas questões, como por exemplo o lançamento do Inventário de Gases de Efeito Estufa, lançado em Agosto de 2021, a participação na COP26, o projeto Luz do Saber (que visa a instalação de placas fotovoltaicas e eficiência energética em 99 escolas municipais de Porto Alegre), e o lançamento do plano de ação climática em 2022.

Do ponto de vista do desperdício, foi implementada legislação (a LC 872/2020) que orienta o município a levar em conta o efeito das mudanças climáticas no tratamento de resíduos municipais. Ambos do ponto de vista muito concreto onde o impacto ambiental da redução, reutilização do material e reciclagem está ligado

à tomada de decisão. Ao mesmo tempo, o município também busca inspirar e incentivar a sociedade civil, articulando ações relacionadas à gestão sustentável de resíduos e mitigação das emissões de poluentes. O ponto final desta diretiva tem como foco a educação ambiental e a conscientização sobre a gestão dos resíduos. Ao implementar intervenções sustentáveis com foco em energia solar, reutilizar resíduos orgânicos, reduzir surtos de resíduos sólidos e educação ambiental e criar uma rede de pessoas, as duas escolas utilizadas para essa Prova de Conceito contribuem ativamente para essas metas.

## PROVA DE CONCEITO (POC)

Prova de conceito (Proof of Concept, PoC, em inglês), é uma prática utilizada para testar a viabilidade técnica de uma solução. Ela serve para testar uma ideia, produto ou solução e validá-los em baixa escala, antes de realizar um investimento por completo.

Para desenvolver este PoC, duas escolas no Morro da Cruz foram selecionadas para serem transformadas em pólos de economia circular como casos de teste. Essa transformação é um passo valioso para melhorar a resiliência ambiental e socioeconômica da área. Para o desenvolvimento desta prova de conceito, essas metas de longo prazo se aplicam:

1. Reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a produção de resíduos orgânicos e sólidos de duas escolas municipais.
2. Reduzir os focos irregulares de resíduos sólidos na região do Morro da Cruz como um todo.
3. Promover a educação ambiental e a formação dos moradores sobre a reciclagem de resíduos urbanos, e o uso e a reparação de painéis de energia solar para que possam se apropriar de forma autônoma das tecnologias e conceitos de sustentabilidade existentes.
4. Coletar dados sobre a redução das emissões de GEE, economia de energia e a redução de focos irregulares de resíduos sólidos na região das escolas para uso pelo Google EIE e outros repositórios de dados abertos, como base para outras regiões da cidade do país e em escala nacional e internacional.
5. Fomentar a rede colaborativa da região, fortalecendo os laços entre moradores, organizações da sociedade civil, escolas e setores privados e públicos.

## COMO LER ESTE RELATÓRIO

Esta prova de conceito é o resultado de um processo colaborativo entre diferentes organizações que durou cerca de um ano e meio. Foi criada com valiosa contribuição e cooperação do município de Porto Alegre e ambas as escolas participantes. Ainda, este relatório pretende auxiliar na criação de uma visão e de uma estrutura de medição para escolas sustentáveis de “Emissão Zero” na cidade de Porto Alegre.

O relatório é dividido em três seções, começando com uma visão geral de insights e oportunidades para ambas as escolas. Em segundo lugar, acrescenta-se o processo dos exercícios de visão participativa, a visão abrangente e a estrutura de indicadores-chave (KPIs). A terceira seção mostra o impacto de duas intervenções implementadas, juntamente com recomendações para o desenvolvimento futuro.

### Centro de Inteligência Urbana Porto Alegre - CIUPOA

A CIUPOA é uma organização sem fins lucrativos que atua em Porto Alegre e tem como foco o combate às mudanças climáticas, por meio da colaboração entre os diferentes setores (governos, universidades, comunidades, organizações e setor privado) e ampla participação. A organização nasceu de uma iniciativa de um grupo de ex-ativistas ambientais do Greenpeace. Seu trabalho tem como foco mitigar, prevenir e criar resiliência do território e da sociedade no que diz respeito às mudanças climáticas. O CIUPOA trabalha diretamente com a comunidade, o que lhe dá um profundo conhecimento do contexto local, relações de confiança e reconhecimento como uma organização que trabalha em prol da comunidade.

### Metabolic

A Metabolic é um ecossistema de organizações que trabalham com governos, empresas, ONGs e academia para impulsionar a mudança de sistemas globais. Aconselhamos governos, empresas e ONGs sobre como se adaptar a um contexto global em rápida mudança, ao mesmo tempo em que criamos soluções disruptivas que podem mudar drasticamente o funcionamento da economia. Combinando o pensamento de sistemas e a ciência de dados, mapeamos e entendemos sistemas locais e globais para avaliar onde intervir para o maior impacto.

### PYXERA Global

A PYXERA Global facilita parcerias mutuamente benéficas entre os setores público, privado e social que aproveitam os atributos únicos de cada um para enfrentar desafios complexos. Desde 1990, a PYXERA Global trabalhou em mais de 100 países — navegando em realidades econômicas, geográficas e políticas para encontrar um terreno comum entre corporações multinacionais, agências nacionais de desenvolvimento, governos locais e organizações não governamentais. A PYXERA Global cria oportunidades para o engajamento global focado em impacto regenerativo e inclusivo, fornecendo caminhos para que organizações e indivíduos contribuam positivamente para as questões globais que moldarão nosso futuro coletivo.

### Via Verde

É uma empresa focada em energias renováveis e atua com projetos de energia solar fotovoltaica, energia eólica de pequeno porte, biodigestores portáteis e veículos elétricos urbanos. A empresa tem como meta buscar para seus clientes soluções inovadoras que proporcionem reduções de custo e ajudem a preservar o meio ambiente.

### 5Marias

Coletivo da sociedade civil com a missão de desenvolver projetos voltados à educação ambiental, redução de focos irregulares de resíduos sólidos de Porto Alegre e Região Metropolitana e consultoria na área de sustentabilidade ambiental para governos, terceiro setor e para empresas.

### ICLEI América do Sul

O ICLEI é a principal associação mundial de governos locais e subnacionais dedicada ao desenvolvimento sustentável. É a organização gerenciadora do Google Action Fund Brazil.

### Google.org

É o braço filantrópico da multinacional tecnológica Google, financiadora do Google Action Fund Brazil.



# A ECONOMIA CIRCULAR

O município de Porto Alegre iniciou há algum tempo sua transição rumo à uma cidade mais sustentável. Porto Alegre quer ficar mais verde e a disseminação espacial de prédios e atividades precisa ser adequada e passar por mudanças se comparamos a forma como são atualmente. As cidades impactam os sistemas naturais que suportam nossa capacidade de viver no planeta, resultando em condições desfavoráveis que afetam mais as comunidades já vulneráveis dentro e fora de nossas cidades. O município de Porto Alegre promete redesenhar a cidade em coordenação com a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável e tenta inspirar a sociedade civil articulando ações circulares. Isso precisa ser levado adiante, pois reinventar cidades como lugares saudáveis, sustentáveis e inclusivos é um aspecto fundamental na criação de uma economia circular e na mudança fundamental da forma como nossa economia funciona.

- A biodiversidade é apoiada e aprimorada através da atividade humana.
- A sociedade humana e a cultura estão preservadas.
- A saúde e o bem-estar dos seres humanos e de outras espécies são estruturalmente apoiados.
- Atividades humanas que geram valor social (em vez de apenas valor financeiro) são maximizadas.

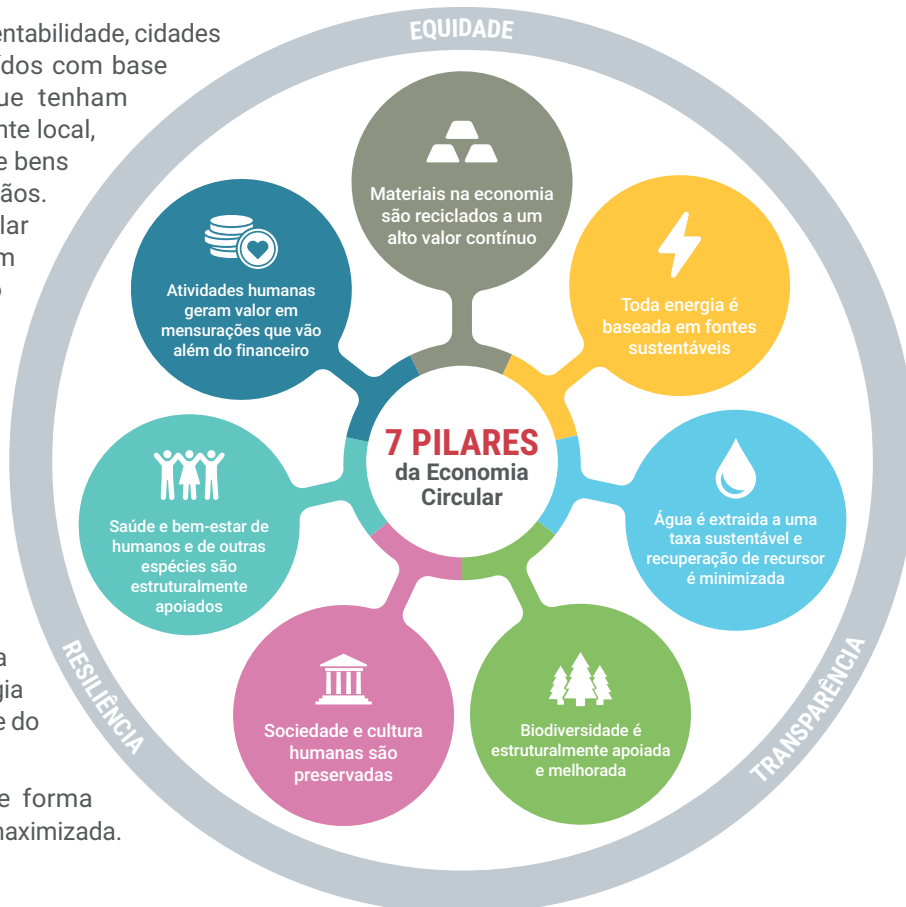
Ao integrar esses princípios ao desenvolvimento do ambiente construído, das economias urbanas e da governança da cidade, podemos acelerar a transição para uma sociedade sustentável e justa.

**Fig. 1**

Os sete pilares da economia circular  
(Gladek, 2015)

Para alcançar os objetivos de sustentabilidade, cidades e municípios devem ser construídos com base em comunidades resilientes que tenham fortes laços com seu meio ambiente local, e forneçam uma espinha dorsal de bens e serviços sociais a todos os cidadãos. Os princípios da economia circular (ver figura ao lado) fornecem um panorama claro sobre como conseguir isso. Isso inclui:

- Utilizar materiais de forma cíclica, com aproveitamento máximo de seu valor. Isso reduz os impactos que geralmente são gerados durante o processo de produção desses materiais. Chamamos isso de "impactos incorporados".
- Reduzir o consumo de energia sempre que possível e gerar energia renovável para facilitar o restante do consumo.
- A extração de água é feita de forma sustentável e sua recuperação é maximizada.





# METODOLOGIA

Para criar uma transição holística e sustentável rumo à uma Escola de Emissão Zero, utiliza-se a estratégia integrada da Metabolic. Nessa metodologia, o primeiro passo é entender os impactos sobre o meio ambiente do ponto de vista holístico.

- **Passo 1 - Análise do Estado atual:** O projeto começa com a execução de uma análise do estado atual de ambas as escolas com base em performances passadas. Esta análise fornece uma visão sobre o impacto ambiental de ambas as escolas e será representada por meio de uma Análise de Fluxo de Materiais (MFA).

- **Passo 2 - Visão:** Esta análise do estado atual estabelece as bases para uma visão do que são "Escolas de Emissão Zero". Com base nessa visão, será desenvolvido um conjunto de Indicadores de Desempenho Chave (KPIs) que ajudarão a monitorar o progresso de cada escola em direção à sustentabilidade ambiental e social.

- **Passo 3 - Intervenções:** Definição de intervenções que ajudem a alcançar a visão a partir da fase 2.

- **Passo 4 - Implementação:** Iniciar e implementar essas intervenções.



Fig. 2

Estratégia de transformação sistêmica Metabolic

### Análise de Fluxo de Material

O mapeamento do estado atual de ambas as escolas é realizado por meio de uma Análise de Fluxo de Materiais (MFA). Uma Análise de Fluxo de Materiais (MFA) é uma análise de materiais que fluem dentro e fora de um sistema com escopo definido em termos de espaço e tempo. Ao completar um MFA é possível criar um diagrama Sankey. Essa visualização facilita a compreensão dos fluxos materiais e pode ser usada para comunicar os pontos mais críticos de uma perspectiva de consumo material. Mostra quais fluxos se originam de quais fontes (à esquerda), como ele se processa (o meio) e como o fluxo deixa o sistema (à direita). Para a execução do MFA, foram coletados dados de ambas as escolas quanto ao seu consumo anual de água e energia, e todos os materiais adquiridos.



# ANÁLISE DO ESTADO ATUAL

Esta análise se concentra em duas escolas do Morro da Cruz. Morro da Cruz (30.073 habitantes) é um bairro de Porto Alegre que foi criado por e para moradores de outros bairros onde os processos de gentrificação ocorreram por volta da década de 1950. Há grandes problemas ligados à moradia, deslizamentos de terra devido a mudanças de topografia, falta de emprego e violência (devido ao tráfico de drogas).

Dois locais foram selecionados para fazer parte do desenvolvimento desta Prova de Conceito (PoC).

- Escola Municipal de Ensino Fundamental Prof<sup>a</sup> Judith Macedo de Araújo
- Escola Municipal de Ensino Fundamental do Morro da Cruz

Originalmente o Centro de Tradições Gaúchas (CTG) Estância Pasqualetto, também fazia parte desta análise. Por falta de dados e consumo mínimo de recursos optou-se por deixar o CTG fora do restante da análise. No entanto, um biodigestor foi instalado no local como parte da campanha de conscientização/educação do projeto Morro da Cruz Circular. O CTG é um importante centro comunitário onde as pessoas da região em geral podem interagir com os biodigestores.

Para este projeto nos focamos na coleta de dados do ano de referência 2019, escolhido especificamente por representar o impacto das escolas melhor do que 2020/2021, na perspectiva da pandemia. Isto significa que as soluções já implementadas na perspectiva do desenvolvimento sustentável não foram tidas em conta se não estivessem em vigor naquele momento.

Esses locais específicos foram selecionados por serem parceiros históricos da ONG CIUPOA e também por serem locais reconhecidos pela comunidade local como espaços de convivência e segurança. Ao reduzir as fontes irregulares de resíduos sólidos no território, promover e fortalecer redes de participação e realizar oficinas replicáveis de educação ambiental, este projeto tem potencial para impactar a vida de mais de 30 mil moradores do Morro da Cruz.

# EMEF MORRO DA CRUZ

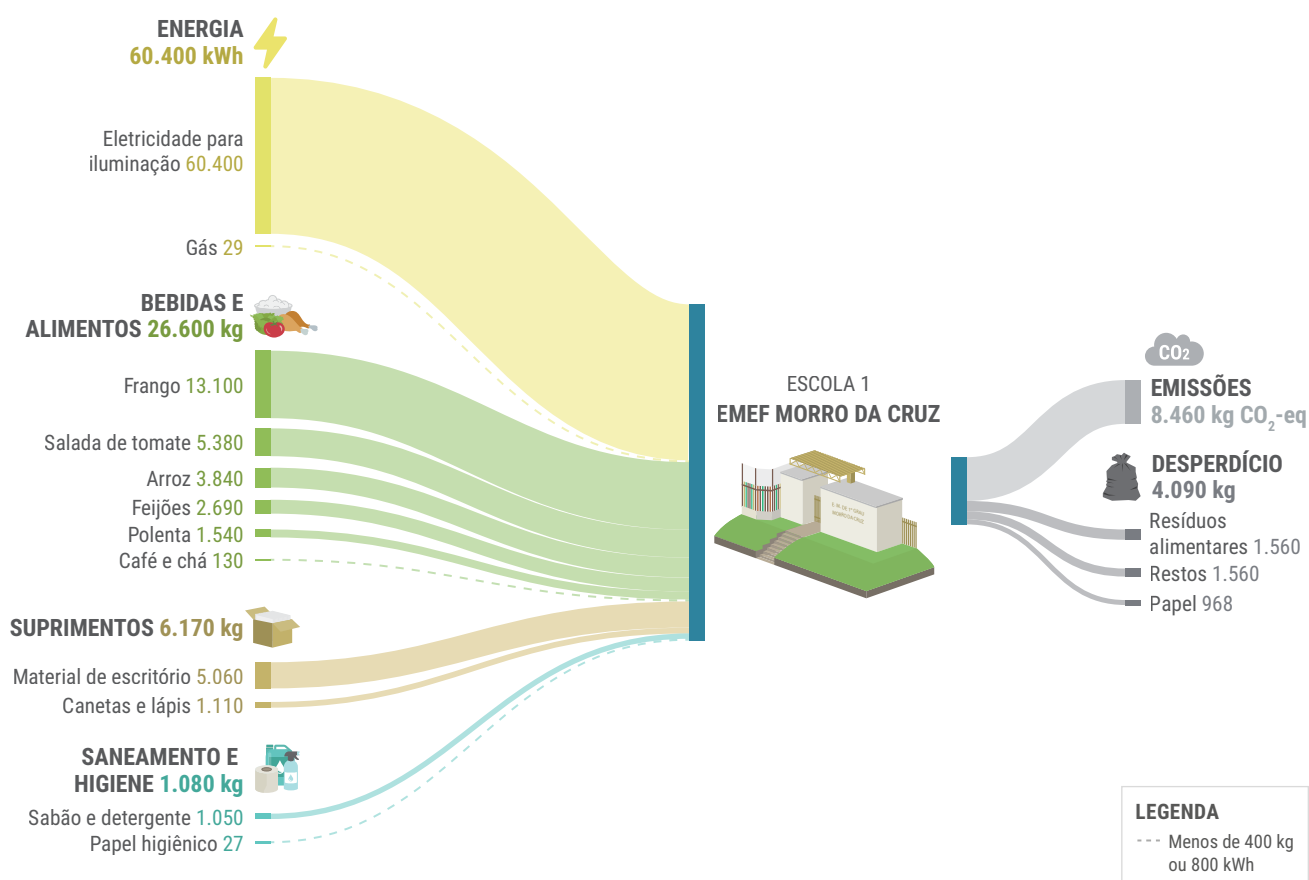


Fig. 4

Análise do fluxo de materiais da EMEF Morro da Cruz.

## Sobre a escola

A primeira análise de estado atual realizada foi na Escola Municipal de Educação Fundamental (EMEF) Morro da Cruz. Esta escola foi construída em 1996 e tem 1000 alunos. Apenas um terço dos alunos e um quarto dos funcionários recebem uma refeição na escola. Para entender melhor o consumo anual de materiais e o impacto incorporado conectado desses materiais foi realizada uma análise de estado atual. Isso foi feito com base em dados coletados pela equipe da escola e abrange uma ampla gama de materiais/produtos.



ANO DE  
CONSTRUÇÃO  
**1996**



SUPERFÍCIE  
**8.800 m<sup>2</sup>**



POPULAÇÃO  
ESTUDANTIL  
**1.000**



PESSOAL  
**86 funcionários**

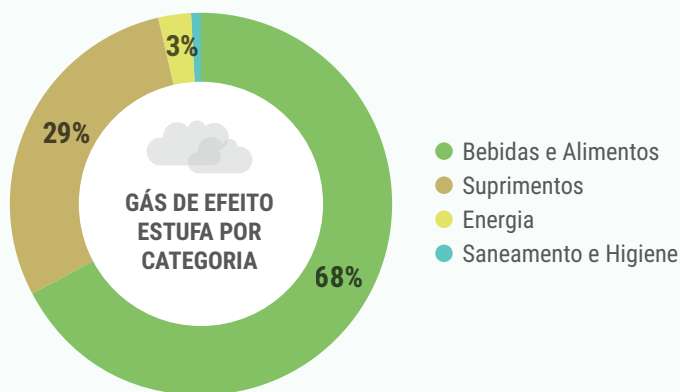


### Análise de Fluxo de Material

Na EMEF Morro da Cruz a comida é o maior fluxo de material que vai para a escola. Assim como a EMEF Judith, cerca de 30% dos alimentos comprados são desperdiçados. Isto é em grande parte devido a cascas e partes não comestíveis dos alimentos. Notável é a baixa quantidade de produtos de saneamento/higiene fluindo. Apenas 1.080 kg em comparação com 8.860

kg na EMEF Judith, enquanto a quantidade de alunos é aproximadamente a mesma. Isso pode ser devido ao fato das escolas não terem o costume de medir essas entradas e terem passado estimativas, o que reforça a importância de um processo de registro de dados para medição mais precisa de impacto.

#### Gases de Efeito Estufa (GEE)

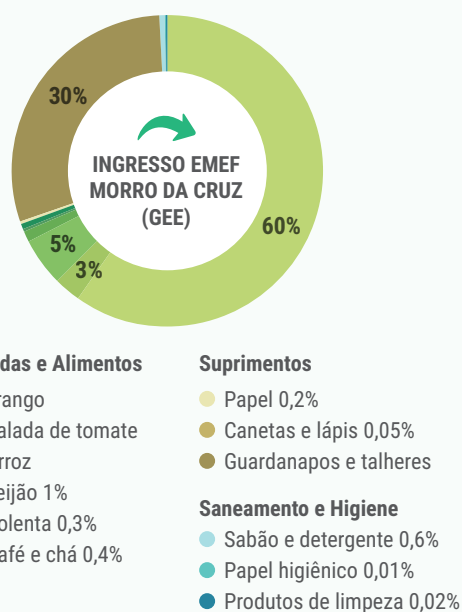
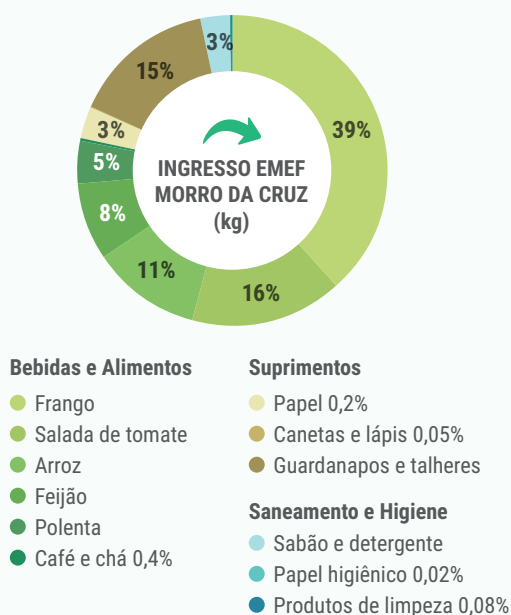


Com base nos fluxos que vão para a escola, o impacto total incorporado dos produtos foi calculado. O consumo de energia só contribui minimamente para as emissões globais de GEE da escola, em 3%. Os suprimentos (29%) e os alimentos (67%) têm o impacto mais significativo nas emissões de GEE.

Uma avaliação detalhada dos fluxos de entrada, desconsiderando a energia, foi realizada para a EMEF Morro da Cruz. Resultando nas seguintes conclusões:

- O consumo de alimentos tem um impacto significativo nas emissões de gases de efeito estufa da escola (69%). Isso seria ainda maior se todos os alunos almoçassem na escola.
- Os suprimentos (papel, canetas, etc.) são responsáveis por 31% de todas as emissões de gases de efeito estufa. Os materiais de escritório têm a maior contribuição dentro desse grupo, representando 30% do total.
- O produto com maior impacto ambiental é a carne. Embora seja 39% do peso consumido pela escola, é responsável por 60% da participação das emissões de GEE.

#### Ingressos Morro da Cruz



## PRONTOS CRUCIAIS

Quando comparamos o impacto dos produtos e sua massa, quatro pontos cruciais para (futura) intervenção podem ser derivados.

### Emissões

EMEF Morro da Cruz emite 8.500 kg CO<sub>2</sub> todos os anos devido ao consumo de energia. Isso é o mesmo que:

**8.500**  
kg de CO<sub>2</sub>

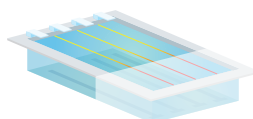
=



UM CARRO EMITE 1,1X  
AO REDOR DO MUNDO

### Água

Anualmente, a EMEF Morro da Cruz utiliza 1.680.000 l de água, ou:



**x 0,6**

PISCINAS OLÍMPICAS

### Desperdício

Todos os anos, a EMEF Morro da Cruz joga fora:



**1.560** kg

RESÍDUOS ALIMENTARES

### Papel

A EMEF Morro da Cruz utiliza 200.000 folhas de papel por ano. Este é o mesmo que:



200.000 FOLHAS

=



20 ÁRVORES



# EMEF JUDITH

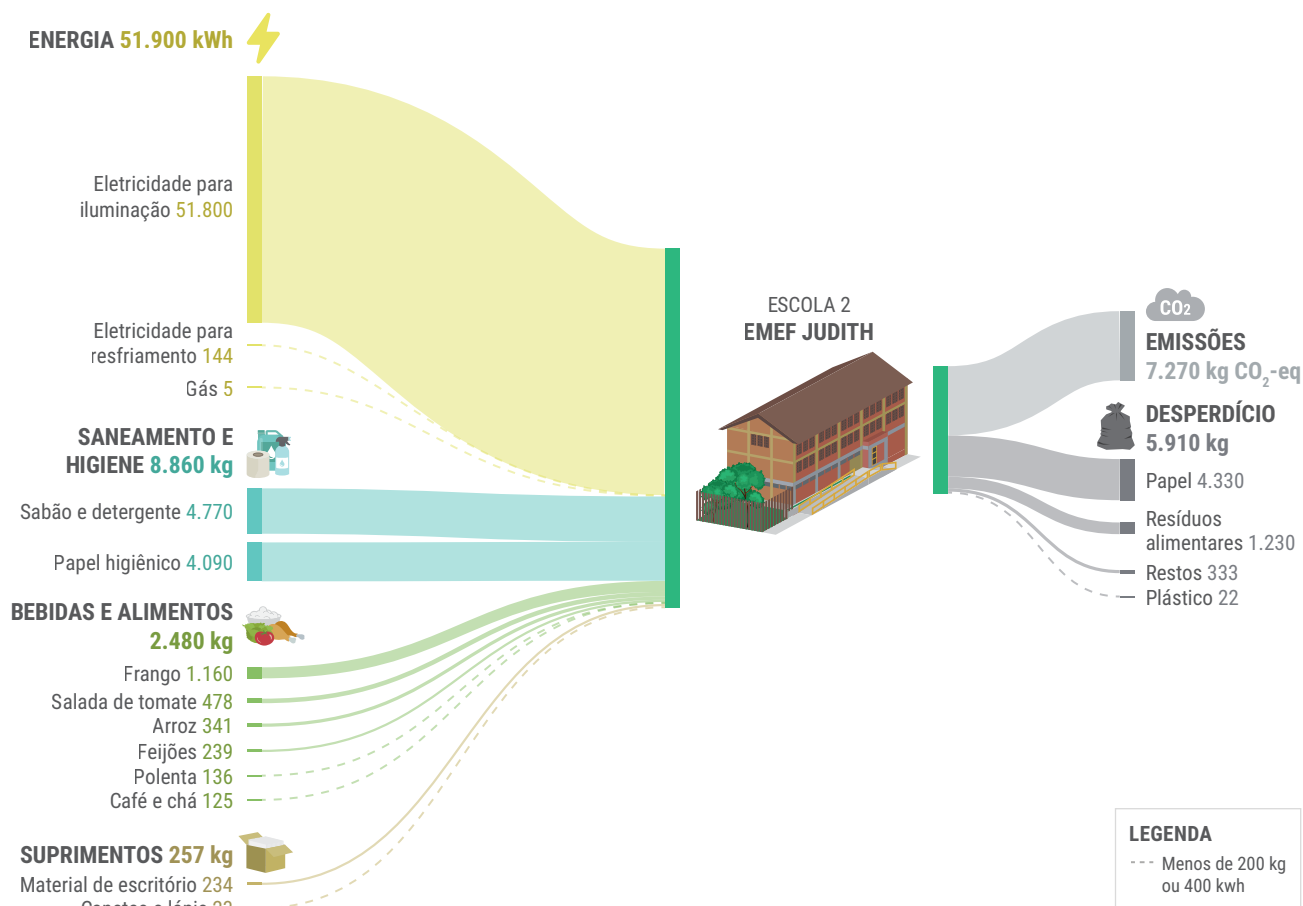


Fig.  
3

Análise do fluxo de materiais da EMEF Judith.

## Sobre a escola

A segunda avaliação de estado atual realizada foi na Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Prof. Judith Macedo de Araújo. Esta escola foi construída em 2003 e tem mais de 1000 alunos que a frequentam todos os dias. Todos os alunos e funcionários também recebem uma refeição na escola. Há uma equipe de 16 pessoas que mantêm a escola funcionando. Para entender melhor o consumo anual de materiais e o impacto incorporado relacionado desses materiais foi realizada uma análise do estado atual. Isso foi feito com base em dados coletados pela equipe da escola e abrange uma ampla gama de materiais/produtos.



ANO DE  
CONSTRUÇÃO  
**2003**



SUPERFÍCIE  
**2.300 m<sup>2</sup>**



POPULAÇÃO  
ESTUDANTIL  
**1.050**



PESSOAL  
**16 funcionários**



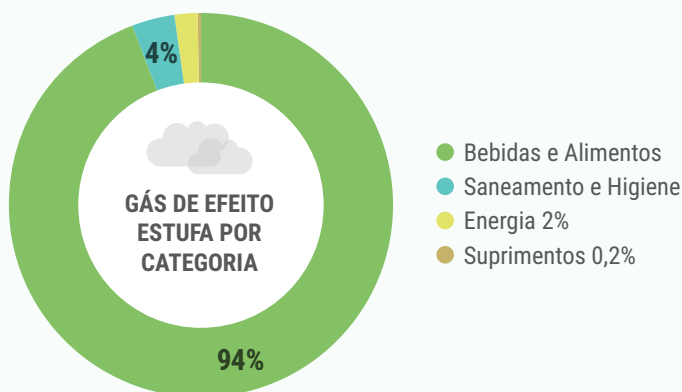


### Análise de fluxo de material

Esta análise de fluxo de material mostra os materiais que circulam dentro e fora da EMEF Judith anualmente. O maior fluxo (água) não foi integrado ao gráfico porque tornaria os outros fluxos ilegíveis. O maior fluxo de materiais são os 'Alimentação e Bebidas' seguidos pelos Produtos de Saneamento e Higiene. Ao olhar para

os materiais que escoam, vemos que 30% de todos os alimentos comprados estão sendo desperdiçados. Isso ocorre principalmente por causa de partes não comestíveis (cascas, ossos, etc.) e em parte por causa do desperdício de alimentos.

#### Gases de Efeito Estufa (GEE)

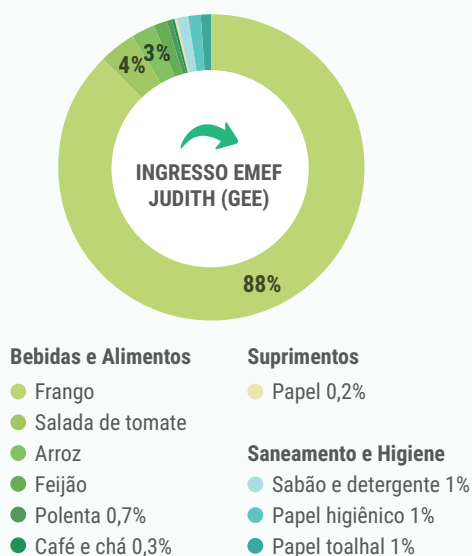
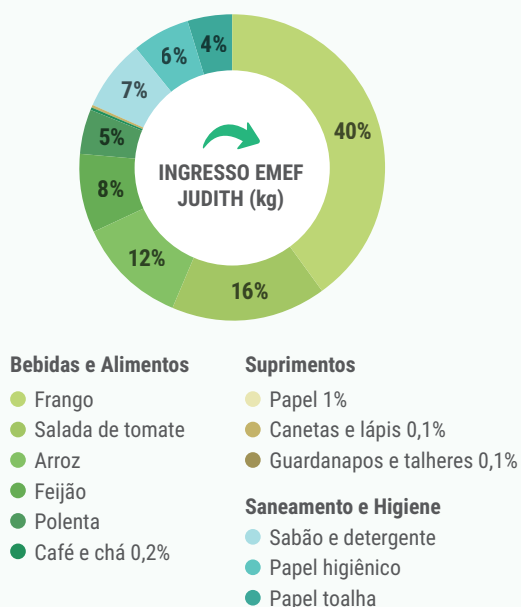


Com base nesses fluxos, calculamos os impactos incorporados diretamente relacionados a esses produtos. Este gráfico à esquerda mostra que uma parte relativamente pequena do impacto geral é gerada pelo consumo de energia das escolas (2%). A maioria das emissões de GEE vem do consumo de alimentos (94%).

Uma avaliação mais detalhada dos fluxos de entrada sem levar em conta a energia, mostra a diferença entre a participação de cada produto em peso total versus emissões de GEE. Esta análise pode ser visualizada nos dois gráficos abaixo. A energia foi retirada da equação para esta comparação. Isso leva às seguintes conclusões:

- A maior fonte de emissões de GEE é o alimento consumido (94%), embora represente apenas 81% da massa total (Kg) dos bens adquiridos. Nessa categoria, a carne tem o maior impacto de longe. Representa apenas 40% da massa total adquirida, mas representa mais da metade (88%) das emissões totais de CO<sub>2</sub>.
- A segunda maior fonte de emissões são os produtos de Saneamento e Higiene. Eles são responsáveis por 20% de todo o peso e 3,5% de todas as emissões de GEE.

#### Ingressos EMEF Judith



## PONTOS CRUCIAIS

Quando comparamos o impacto dos produtos e sua massa, três pontos cruciais para (futura) intervenção podem ser derivados.

### Emissões

A EMEF Judith emite 7.200 kg de CO<sub>2</sub> todos os anos devido ao consumo de energia. Isso é quase o mesmo que:

**7.200**  
kg de CO<sub>2</sub>

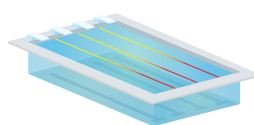
~



UM CARRO QUE GIRA EM  
TORNO DA TERRA

### Água

Todos os anos, a EMEF Judith usa 3.290.000 l de água, ou:



**x 1.3**

PISCINAS OLÍMPICAS

### Desperdício

Todos os anos, a EMEF Judith joga fora:



**730** kg

RESÍDUOS ALIMENTARES

# METAS E KPIS

A Metabolic realizou uma oficina, facilitada pela PYXERA Global, para garantir que os KPIs fornecidos complementam a visão de uma escola circular de partes interessadas locais. Estes KPIs são usados para medir o desempenho de ambas as escolas em direção a uma visão definida em conjunto. Estas oficinas proporcionaram a oportunidade de ter uma discussão com professores e atores locais sobre o que a circularidade significa para eles e quais intervenções circulares se adequam melhor às escolas. Ao integrar a expertise em circularidade que a Metabolic tem a oferecer com o conhecimento e a experiência daqueles da comunidade local, visão e estratégia ambiciosas, mas realistas, podem ser co-criadas.

As oficinas da EMEF Judith e da EMEF Morro da Cruz consistiram em três exercícios cada, incentivando os participantes a pensar em quais práticas circulares se encaixam em sua visão de uma escola circular.

- O primeiro exercício foi um aquecimento, no qual os participantes tiveram que escrever e discutir o que veio à mente com as seguintes palavras: "sustentável" e "escolas de emissões zero".
- No segundo exercício, os participantes determinaram em que "sabores de sustentabilidade" uma escola de emissão zero deve se concentrar. Um exemplo é a escolha entre impacto social ou impacto ambiental.
- Cartões com demonstrações de visão foram distribuídos para o terceiro exercício em que os participantes tiveram que determinar o que era importante em relação às suas próprias experiências e aos insights que haviam obtido durante a apresentação da análise de impacto.

Com base nos insights adquiridos durante as oficinas, a Metabolic definiu quatro temas para abordar os aspectos mais relevantes de uma escola de emissão circular/zero. Para tornar cada tema quantificável, eles são apoiados por uma série de Indicadores Chave de Performance (KPIs). A natureza concreta e quantitativa dos KPIs permite ao usuário monitorar o progresso em direção à visão circular definida. Esses temas podem ser encontrados nas próximas páginas deste capítulo. Os KPIs foram adicionados ao anexo deste relatório.



Fig.  
5

Professores da EMEF Judith participam de workshop de visão circular. Fotos: Natascha Gastal

Visão

TEMA 1



**Trabalhar para uma escola autossuficiente**

Uma escola autossuficiente é capaz de atender às suas próprias necessidades. Isso implica que a demanda por recursos é mantida baixa, e a geração de energia, a produção de alimentos e a reutilização e reciclagem de materiais são otimizadas.

TEMA 2



**Complementar o ecossistema natural**

Uma escola circular apoia o ecossistema natural e a biodiversidade ao redor da escola. Trabalhando em harmonia com o entorno pode-se criar um ambiente escolar saudável e inspirador com impacto mínimo sobre os recursos locais.

TEMA 3



**Apoiar, inspirar e educar a comunidade**

Use o papel de educador para ensinar aos alunos e à comunidade local sobre a vida sustentável e as melhores práticas.

TEMA 4



**Construir uma comunidade em torno de iniciativas circulares**

Uma escola circular não só tem um impacto ambiental positivo, mas também apoia a comunidade compartilhando conhecimentos e recursos sobre circularidade para permitir que outras pessoas sejam mais saudáveis, felizes e mais produtivas.



TEMA 1

**Trabalhar para uma escola autossuficiente**

Conforme concluído nas oficinas, um dos aspectos mais importantes de uma escola circular é a autossuficiência. Deve-se notar que a autossuficiência total na escala de uma escola individual não é possível. No entanto, reduzir o consumo e criar sua própria oferta ajudará muito na redução do impacto ambiental da escola.

Para alcançar a autossuficiência, existem duas abordagens principais. A primeira é reduzir a demanda de recursos, pois isso naturalmente reduzirá a dependência de partes externas para recursos. A segunda abordagem é começar a gerar seus próprios recursos. Para melhor alcançar esse objetivo, um esforço combinado de ambas as abordagens é ideal.

Reduzir a demanda de recursos significa implementar medidas de conservação de energia e de materiais. Exemplos específicos dessas práticas são;

- Coleta de água cinza para reutilização
- Iluminação inteligente para reduzir o consumo de energia
- Substituição de copos de uso único por alternativas reutilizáveis

A geração independente de recursos pode ser feita de várias maneiras. Vários exemplos dessas práticas são;

- Investindo em sistemas de energia renovável como painéis fotovoltaicos
- Cultivando alimentos sazonais no jardim para refeições escolares





### TEMA 2

#### Complementar o ecossistema natural

Para que uma escola seja circular é essencial que ela apoie o ecossistema natural e a biodiversidade em seu entorno imediato, em vez de sobrecarregá-la. Trabalhar em harmonia com o entorno não só reduz o impacto negativo sobre o meio ambiente, mas também cria oportunidades para transformar o ambiente escolar em mais saudável e inspirador, servindo de exemplo em práticas sustentáveis para a comunidade. Para apoiar o ambiente natural existem várias ações que se pode tomar, mas geralmente se resume a minimizar o efeito disruptivo na escola. Isso pode ser feito por alguns dos seguintes exemplos:

- Monitoramento dos níveis de biodiversidade local em conjunto com os alunos
- Criando espaços verdes acessíveis a toda a comunidade
- Substituição de áreas pavimentadas por vegetação natural
- Usando espaços verdes para tratar ar, água e solo poluídos



### TEMA 3

#### Educar e inspirar a comunidade

Dado que ambas as escolas ocupam uma posição central em suas comunidades como entes educadores e fontes de conhecimento, é lógico aproveitar essa oportunidade para ensinar tanto os alunos quanto a comunidade local sobre melhores práticas para uma vida sustentável. Isso pode ser feito dando um exemplo de como são as

práticas circulares, ou oferecendo conhecimento em um sentido mais tradicional, através de oficinas e educação presencial.

Para os alunos, a escola circular pode ser um lugar onde eles aprendem sobre temas como conservação de recursos naturais, energia sustentável e alimentos naturais saudáveis de forma prática. Os alunos podem, por exemplo, ajudar a manter uma horta, adubar seu próprio desperdício de alimentos ou estudar a biodiversidade local.

As escolas também podem servir como um centro de conhecimento para a comunidade do entorno. Para cumprir esse papel, as escolas podem oferecer oficinas ou aulas sobre sustentabilidade e circularidade a todos os interessados.



### TEMA 4

#### Construir uma comunidade em torno de iniciativas circulares

Este tema final sugere que uma escola circular não só tem um impacto ambiental positivo, mas também apoia a comunidade compartilhando conhecimentos e recursos sobre circularidade para que outras pessoas sejam mais saudáveis e felizes. Isso pode ser feito apoiando iniciativas comunitárias em sustentabilidade e circularidade com conhecimento, ou talvez espaço em sala de aula quando o prédio não está em uso. O objetivo é não só ajudar a escola, mas também melhorar a comunidade, envolvendo-a nesse processo e apoiando indivíduos e empresas com seus próprios projetos.



# INTERVENÇÕES

---

**Para alcançar a visão estabelecida nas oficinas foram realizadas diversas intervenções nas duas escolas. Essas intervenções se concentram principalmente em alcançar a visão proposta no curto prazo. No entanto, também contribuem para os objetivos de longo prazo da prova de conceito. Essas intervenções e seu impacto projetado são discutidos abaixo.**

---

### Painéis Fotovoltaicos



**Fig.  
6**

*Placas fotovoltaicas instaladas na EMEF Judith e Morro da Cruz, respectivamente.  
Fotos: Alexandre Milk*

Painéis fotovoltaicos são painéis que podem gerar eletricidade a partir da luz solar. Eles geralmente são instalados em cima de edifícios, em fachadas, ou no chão, voltados para o sol.

No telhado de ambas as escolas estão instalados 60 painéis, o que significa que aproximadamente  $120 \text{ m}^2$  de cada um dos telhados da escola foram ocupados. Com base em suas estatísticas técnicas, projeta-se que esses painéis produzirão cerca de 2.880 kWh de eletricidade por mês ou aproximadamente 34.560 kWh de eletricidade por ano.

Nos primeiros 170 dias de operação dos painéis solares na EMEF Morro da Cruz foram gerados mais de 21.500 kWh de eletricidade. Isso resulta em uma produção média de 3.500 kWh/mês. Isso é maior do que a média projetada pelo produtor dos painéis. Essa diferença provavelmente foi causada pelo fato de que a produção de eletricidade é maior no verão devido a dias mais longos, e consequentemente com maior irradiação solar, e dias mais curtos e nublados no inverno.



## Biodigestores



**Fig. 7**

*Biodigestores instalados na EMEF Judith e Morro da Cruz, respectivamente.*  
Fotos: Alexandre Milk

Um biodigestor é um equipamento alimentado com materiais orgânicos (resíduos) que os transforma em biogás e fertilizantes. Todos os tipos de resíduos orgânicos podem ser usados em um biodigestor. Os biodigestores aceitam resíduos de cozinha em geral, exceto cascas cítricas, ossos, óleo e gorduras. Eles não aceitam produtos químicos e resíduos de jardim.

No total, três biodigestores foram instalados. Um na EMEF do Morro da Cruz (Homebiogas 7.0), um na

EMEF Judith Macedo de Araujo (homebiogas 2.0) e outro no CTG Estância Pasqualetto (Homebiogas 7.0). Como mencionado anteriormente, o biodigestor instalado pelo projeto no CTG Estância Pasqualetto não está sendo levado em consideração por este relatório. Isso resultará em uma economia aproximadamente de 2800kg de resíduos orgânicos para a EMEF Judith e para a EMEF Morro da Cruz. O restante do impacto e das diferenças entre os dois sistemas pode ser revisto no anexo.

## Oficinas

Com base na demanda de aprendizagem e educação em relação à circularidade, a organização parceira 5Marias organizou uma série de oficinas para os alunos de ambas as escolas. Nessas oficinas, são selecionados temas a partir da visão como compostagem, biodiversidade e gestão de resíduos que são explicados aos alunos em termos claros e compreensíveis. Até a data de conclusão desta prova de conceito, foram realizadas 9 oficinas sócio-educativas (em temáticas como hortas urbanas, identificação de plantas não convencionais comestíveis, plantação de árvores, etc.). Também foram feitas sugestões de um conjunto de intervenções que poderiam ser realizadas por diferentes atores da

própria escola (diretores, professores, alunos). Foram cerca de 300 participantes nos eventos relacionados ao projeto Morro da Cruz Circular até o momento, incluindo o evento de lançamento e as oficinas realizadas. A ONG CIUPOA e a organização 5Marias seguirão implementando oficinas nessas temáticas, assim como a empresa Via Verde, responsável pela instalação das placas fotovoltaicas e dos biodigestores, que conduzirá oficinas na temática das energias renováveis durante a primavera de 2022. Ainda, foi realizada a construção de uma horta urbana na Estância Pasqualetto, aberta ao público e gerenciada pelos integrantes do CTG.

# IMPACTO

---

O capítulo a seguir mostra o impacto das oficinas de visão circular. Estes são principalmente resultados quantitativos, pois o impacto de intervenções “mais suaves”, como oficinas sócio-educativas, ou a conscientização com os atores locais não é tão fácil de medir a curto prazo.

---

# EMEF MORRO DA CRUZ

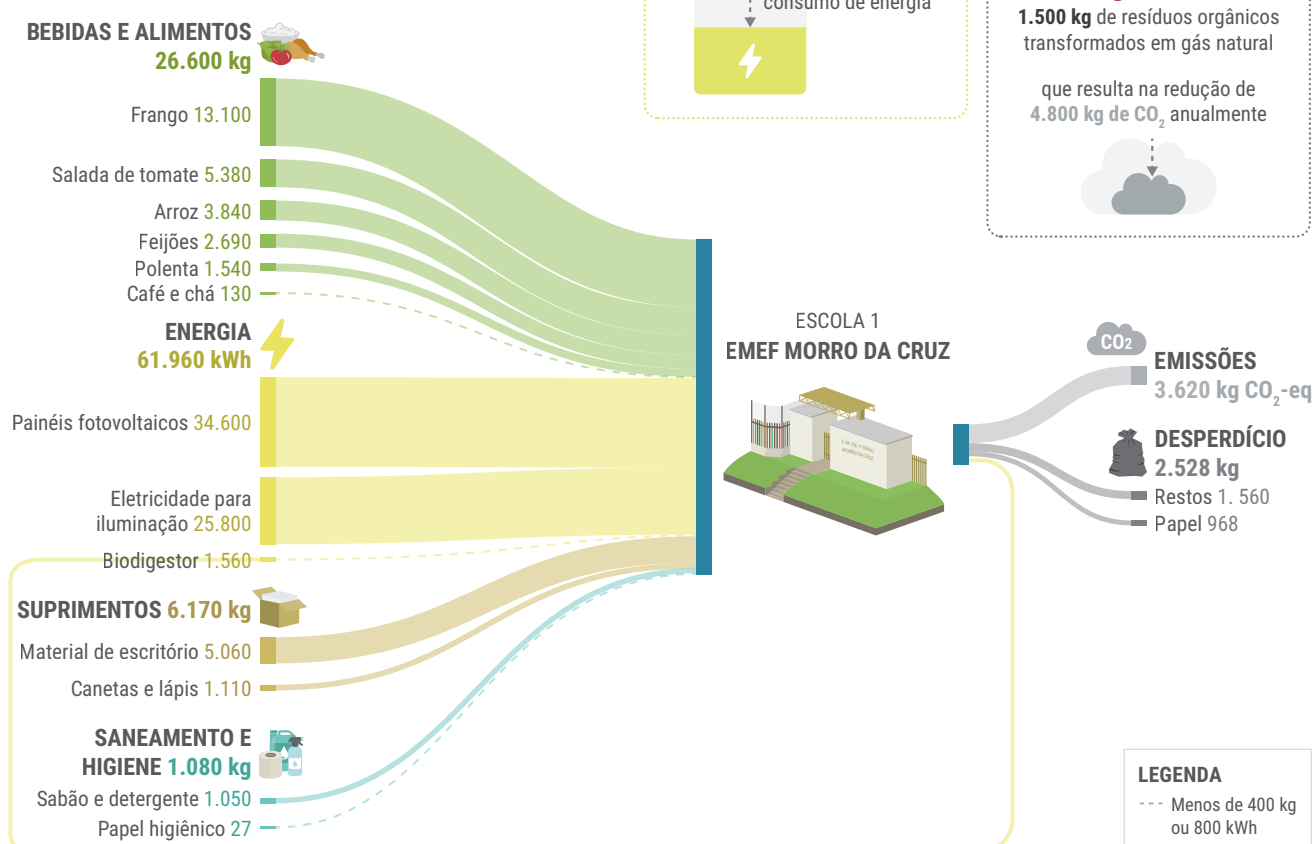


Fig.  
9

Análise atualizada do fluxo de material para a EMEF Morro da Cruz após implantação de intervenções.

Com base nas propriedades técnicas dos painéis fotovoltaicos e do que foi gerado de energia e economizado financeiramente até o momento (29.269 kWh de 19 de outubro de 2021 até 28 de junho de 2022 com economia aproximada até o momento é de R\$ 24.878,00), foi projetado o seguinte impacto para a EMEF Morro da Cruz:

- 60,5% da demanda total de energia será atendida pelos painéis fotovoltaicos, pois geram mais de 34.600 kWh de eletricidade anualmente. A estimativa de economia anual calculada no projeto é de aproximadamente R\$ 29.376,00.
- Para todo o ciclo de vida de 30 anos (conforme indicador ICLEI) a produção estimada é de 1.036.800 kWh, gerando uma economia de cerca de R\$ 881.280,00.

Em relação aos biodigestores, houve uma economia potencial de GLP até o momento de aproximadamente R\$ 840,00 entre outubro de 2021 a 28 de junho de 2022. Esse é o valor estimado de gás gerado, não necessariamente totalmente consumido na cozinha.

- 10% dos resíduos orgânicos de alimentos (exceto ossos e óleo de cozinha) da EMEF Morro da Cruz podem ser reaproveitados no Biodigestor para gerar gás natural que pode ser usado para cozinhar. Isso reduzirá a demanda por gás de cozinha em 4,3%
- Economia de GLP anual estimada: R\$ 2.990,00.
- Para o ciclo de 15 anos, a economia possível equivalente de GLP é de aproximadamente R\$ 44.850,00. Não incluídos ganhos com fertilizante.
- A capacidade máxima do biodigestor ainda não foi atingida. Iniciativas locais com o bairro podem ser exploradas. Os moradores poderiam entregar seus resíduos orgânicos em troca de botijões de gás ou a possibilidade de usar o equipamento de cozinha da escola durante o fim de semana. Isso ajudará muito na redução do surto de resíduos nas vias públicas.

Essas duas ações resultarão em uma economia de aproximadamente 4.800 kg de emissões de CO<sub>2</sub> anualmente. Isso representa 61% de todas as emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas ao consumo de energia.

# EMEF JUDITH

ENERGIA 53.200 kWh

Painéis fotovoltaicos 34.600

Eletricidade para iluminação 17.200

Biodigestor 1.230

Eletricidade para resfriamento 144

**SANEAMENTO E HIGIENE 8.860 kg**

Sabão e detergente 4.770

Papel higiênico 4.090

**BEBIDAS E ALIMENTOS 2.480 kg**

Frango 1.160

Salada de tomate 478

Arroz 341

Feijões 239

Polenta 136

Café e chá 125

**SUPRIMENTOS 257 kg**

Material de escritório 234

Canetas e lápis 23

## Energia

Redução de 66% no consumo de energia

## Emissões

800 kg de resíduos orgânicos transformados em gás natural

que resulta na redução de 5.800 kg de CO<sub>2</sub> anualmente

ESCOLA 2  
EMEF JUDITH

CO<sub>2</sub>

**EMISSIONES**  
2.400 kg CO<sub>2</sub>-eq

**DESPERDÍCIO**  
5.910 kg

Papel 4.330

Restos 333

Plástico 22

## LEGENDA

--- Menos de 200 kg ou 400 kWh

Fig.  
10

Análise atualizada do fluxo de material para a EMEF Judith após a implementação de intervenções.

A produção e economia geradas pelos painéis fotovoltaicos da EMEF Judith até o momento seria similar, porém o gerador ainda não está ligado na rede, em função da divergência do disjuntor de entrada. O disjuntor foi substituído, e o projeto atualizado, pois passou do prazo máximo de 120 dias, exigido pela CEEE, órgão distribuidor de energia do estado do Rio Grande do Sul. Em junho de 2022 foi finalizada a coleta de assinaturas na Secretaria de Educação Municipal e foi encaminhado para a aprovação da CEEE. Lembrando que essa divergência do disjuntor de entrada não tem relação com o projeto da energia fotovoltaica. A divergência foi identificada quando encaminhamos o projeto para aprovação, o disjuntor de entrada que já estava instalado na escola era diferente do que constava na documentação da CEEE. Portanto, com base nas propriedades técnicas dos painéis fotovoltaicos e do biodigestor, foi projetado o seguinte impacto para a escola EMEF Judith.

- 61,5% da demanda total de energia será fornecida pelos painéis fotovoltaicos, pois geram mais de 34.600 kWh de eletricidade anualmente.

Em relação aos biodigestores, houve uma economia potencial de GLP até o momento de proximadamente de R\$ 600,00 entre setembro de 2021 a 28 de junho de 2022. Esse é o valor estimado de gás gerado, não necessariamente totalmente consumido na cozinha.

- Cerca de 20% de todos os resíduos orgânicos, da EMEF Judith, exceto ossos e óleo de cozinha, podem ser reaproveitados no Biodigestor para gerar gás natural que pode ser usado para cozinhar. Isso reduzirá a demanda por gás de cozinha em 6%.
- Economia de GLP anual estimada: R\$ 1.200,00.
- Para o ciclo de 15 anos a economia possível equivalente de GLP é de aproximadamente R\$ 21.600,00. Não incluídos ganhos com fertilizante.

Essas duas ações resultarão em uma economia anual de aproximadamente 5.300 kg de emissões de CO<sub>2</sub>. Isso representa aproximadamente 66% das emissões anuais de CO<sub>2</sub> relacionadas ao consumo de energia.

# CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Com base nas especificações técnicas das intervenções instaladas, foi concluída uma primeira avaliação das metas iniciais. Dentro do prazo deste projeto, nenhuma resposta conclusiva pode ser dada em relação a todas as cinco metas iniciais. Isso é especialmente verdade para as metas 2 e 5. Entretanto, já é possível colher interessantes resultados de outros pontos, que podem ser encontrados abaixo:

## CONCLUSÃO

### **Meta estratégica 1: Reduzir as emissões de GEE e a produção de resíduos orgânicos e sólidos de duas escolas municipais.**

Devido à instalação dos painéis fotovoltaicos e do biodigestor, uma quantidade significativa de energia será gerada de forma renovável. Isso causará uma diminuição na emissão de CO<sub>2</sub> +/-60% e uma diminuição significativa nos resíduos orgânicos, além de economia financeira. A escola EMEF Morro da Cruz, por também já ter trocado anteriormente a este projeto a iluminação para tecnologia LED, agora com os painéis está pagando praticamente a taxa básica de energia. Com base na varredura de impacto vemos que outra grande parte do impacto ambiental está relacionada à aquisição de alimentos e produtos de higiene. Estes não são levados em conta neste cálculo, mas podem contribuir significativamente para uma redução das emissões totais.

### **Meta estratégica 2: Reduzir focos irregulares de resíduos sólidos na região do Morro da Cruz como um todo**

Devido à falta de mensuração e dados anteriormente disponíveis neste quesito, não foi possível obter resultados conclusivos para esta meta. No entanto, a aplicação do biodigestor se mostra promissora neste

tópico. Para ver se e como os surtos irregulares de resíduos sólidos realmente estão reduzindo, recomenda-se a implementação de quadros de monitoramento local.

### **Meta estratégica 3: Promover a educação ambiental e a capacitação dos moradores sobre a reciclagem de resíduos urbanos, e o uso e reparação de painéis de energia solar:**

Com base nos resultados das oficinas de visão circular, além dos eventos e oficinas promovidos ao longo do projeto, com participação total de aproximadamente 300 pessoas, novas iniciativas têm começado em torno das escolas para focar na educação sustentável das crianças. Essas oficinas, embora em pequena escala, podem ser um caminho de sucesso para a criação de um currículo focado na educação ambiental.

### **Meta estratégica 4: Coletar dados sobre a redução das emissões de GEE, economia de energia e a redução de focos irregulares de resíduos sólidos na região das escolas**

Os dados utilizados para calcular a análise de impacto foram coletados de partes interessadas relevantes dentro de ambas as escolas. Como nem todos os dados são armazenados e prontamente disponíveis, algumas suposições tiveram que ser feitas no processo. Ambos



os MFAs também mostram uma discrepância entre seus materiais de entrada e seus materiais de saída. Isso sugere um acúmulo de estoque em ambas as escolas. Como isso não é provável, a explicação mais lógica seria que nem todos os dados de resíduos são coletados corretamente. A documentação futura e o armazenamento desses dados são essenciais para criar cálculos mais precisos. Para facilitar esse esforço, a Metabolic forneceu uma primeira versão de uma ferramenta de medição de KPIs no qual as escolas podem documentar seu impacto ambiental (consulte o anexo). Para fazer deste um produto completo, mais tempo de desenvolvimento deve ser investido. Entretanto, esta versão inicial é uma boa base para escolas interessadas em replicar a experiência.

### **Meta estratégica 5: Fomentar a rede colaborativa da região, fortalecendo os vínculos entre moradores, organizações da sociedade civil, escolas, setores privados e públicos.**

Com base na visão formulada a partir das oficinas de visão circular, ambas as escolas aprenderam muito uma com a outra. Mais colaboração precisa ser estabelecida nos próximos anos. Houve a participação de atores de outras escolas nas oficinas que se mostraram abertos a participar dessa colaboração; inclusive já houveram discussões sobre compartilhar o excedente de energia com outras escolas da região.

## **RECOMENDAÇÃO PARA POC**

### **O impacto é mais amplo do que apenas o consumo de energia**

As avaliações de impacto de ambas as escolas mostram claramente que o consumo de energia é apenas uma pequena parte do impacto ambiental geral. Isso significa que, se o impacto ambiental de ambas as escolas precisa ser mitigado do ponto de vista sistêmico, é preciso aplicar uma abordagem mais ampla para aquisições e gestão de materiais mais sustentáveis. Isso significa, por exemplo, focar na redução da água, produtos de limpeza e gerenciar de forma mais eficiente o consumo de carne.

### **Armazenamento e disponibilidade de dados**

Os dados utilizados para a avaliação de impacto neste relatório baseiam-se na documentação atual de ambas as escolas. Como ambas as escolas nunca tiveram

que produzir tais dados, é compreensível que alguns obstáculos e imprecisões tenham entrado no processo. Para tornar o processo de coleta de dados mais simplificado, o formato de dados poderia ser distribuído um ano antes de iniciar avaliações de impacto. Isso significaria que os stakeholders relevantes da escola têm um ano inteiro (que seria usado como ano de referência) para documentar dados em tempo real. Isso será mais preciso do que uma estimativa depois. Isso pode ser feito através da distribuição de um formulário padronizado, ou através da ferramenta de medição de KPIs que foi desenvolvida pela Metabolic.

### **Compreensão total da infraestrutura técnica**

Devido a dificuldades técnicas e infraestrutura técnica já existentes em uma das duas escolas, a implantação de painéis fotovoltaicos foi significativamente adiada. Para evitar que esses atrasos aconteçam no futuro, uma avaliação minuciosa da infraestrutura existente deve ser executada antes do início de um projeto. Dessa forma, a sobrecarga financeira e a alocação de tempo de ajuste dessa infraestrutura podem ser adicionadas ao planejamento inicial do projeto.

### **Construção de novos edifícios**

Um erro muito cometido na concepção de novos edifícios é a aplicação de métodos de construção 'importados' de outras zonas climáticas. Isso resultou em um setor da construção brasileira que não se adapta naturalmente às condições climáticas locais e exige cada vez mais o uso de condicionamento artificial do espaço. Isso leva ao uso desnecessário de energia e recursos naturais.

Historicamente, o Brasil tem uma forte tradição de arquitetura bioclimática e o design de edifícios que garantem conforto térmico por ventilação natural ou pelo uso de estratégias de "modo misto", com ar condicionado ligado apenas quando necessário. No entanto, as demandas do setor comercial estão se afastando desse modelo, e os projetos atuais de construção estão cada vez mais dependentes de sistemas ativos e consumidores de energia. O Brasil já é o quinto maior comprador de sistemas de ar condicionado do mundo, considerando sistemas de janelas e divisões e esse consumo está crescendo rapidamente. Reduzir essa demanda alterando o design de (novos)edifícios pode ser uma opção ainda mais atraente do ponto de vista ambiental.



# ANEXOS

## ANEXO 1: KPI FRAMEWORK

No anexo 1 foram adicionados os KPIs para cada um dos temas de visão. Uma explicação mais ampla dos KPIs pode ser encontrada no capítulo 'Objetivos e KPIs'.



TEMA 1

Trabalhar para uma escola autossuficiente

| VISÃO                             | OBJETIVO                                                                                                         | KPI                                                                                                        |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Otimização da gestão da água      | Redução da demanda de água                                                                                       | % diminuição no uso de água potável em comparação com a análise da linha de base                           |
|                                   | Maximizando o uso de água da chuva no local                                                                      | % da demanda de água cinza atendida pela água da chuva                                                     |
|                                   | Maximizando o reaproveitamento da água cinza                                                                     | % de água cinza que é coletada e reutilizada no local                                                      |
| Otimização da gestão de energia   | Minimizando a demanda de energia predial                                                                         | % diferença na demanda de energia da escola em uso em relação à linha de base (kwh/ unidade funcional/ano) |
|                                   | Movendo-se para fontes de energia 100% renováveis                                                                | % do consumo de energia atendida pela energia renovável gerada no local                                    |
| Otimização da gestão de materiais | Maximização de materiais reciclados                                                                              | % dos materiais reciclados na fase de uso da escola                                                        |
|                                   | Maximização do reaproveitamento de materiais                                                                     | % dos materiais reutilizado na fase de uso                                                                 |
|                                   | Minimização da exigência de CO <sub>2</sub> eq. de todos os recursos de ensino                                   | CO <sub>2</sub> eq produção de material didático por ano                                                   |
|                                   | Minimização da exigência de CO <sub>2</sub> eq. de todos os recursos de ensino em comparação com a linha de base | % de redução no CO <sub>2</sub> eq em relação à linha de base                                              |
|                                   | Alteração da infraestrutura de fornecimento de material que é estabelecida para materiais educativos             | % de materiais educativos de origem sustentável (materiais secundários, reutilização, etc) anualmente      |
| Comida local                      | Cultivar alimentos na horta local                                                                                | % dos produtos usados na preparação da refeição são cultivados na horta local                              |
|                                   | Coma produtos locais sazonais                                                                                    | % das refeições preparadas com produtos sazonais                                                           |
|                                   | Servindo alimentos sustentáveis                                                                                  | CO <sub>2</sub> eq incorporado médio por refeição servida aos alunos anualmente                            |



## TEMA 2

## Complementar o ecossistema natural

| VISÃO                                               | OBJETIVO                                                                                                              | KPI                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Integrando o edifício ao ecossistema local          | Integração do prédio da escola no ecossistema local                                                                   | Uma relação mínima de espaço verde de X% da área escolar total (Excluindo instalações esportivas)       |
|                                                     | Fornecer espaço verde abertamente acessível                                                                           | A quantidade de área verde acessível disponível para a comunidade (m²)                                  |
|                                                     | Fornecer elementos de habitat naturais para espécies locais                                                           | Número de elementos de habitat para espécies locais realizados e funcionais na escola                   |
| Mantendo um impacto líquido positivo no ecossistema | Apoio ao ecossistema local                                                                                            | Aumento líquido da biodiversidade na área escolar durante o ciclo de vida                               |
|                                                     | Identificar o número de espécies vegetais/animais removidas ou influenciadas pela escola durante toda a sua vida útil | Número de espécies vegetais/animais removidas ou influenciadas pela escola durante toda a sua vida útil |



## TEMA 3

## Educar e inspirar a comunidade

| ELE FAZ ISSO POR                                                                                                     | OBJETIVO                                                                                                                | KPI                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ensinar a comunidade sobre circularidade e práticas sustentáveis                                                     | Educar crianças sobre sustentabilidade e circularidade                                                                  | % dos alunos que recebem educação sobre circularidade e sustentabilidade por ano letivo                                         |
|                                                                                                                      | Educar a comunidade local sobre sustentabilidade e circularidade                                                        | Número de oficinas sobre circularidade e sustentabilidade oferecidas à comunidade local por ano                                 |
|                                                                                                                      |                                                                                                                         | Número de pessoas educadas com habilidades práticas em tecnologia sustentável (Eg. Manutenção do painel PV)                     |
|                                                                                                                      |                                                                                                                         | % da população local envolvida na comunidade das escolas circulares                                                             |
| Dando um exemplo para outras escolas, tornando suas práticas circulares visíveis e compartilhando seus conhecimentos | Educar os responsáveis por práticas sustentáveis (implementar oficinas que explorem as escolas como provas de conceito) | Número de outras escolas onde o conhecimento e a expertise em sustentabilidade e as melhores práticas circulares foram trocados |



## TEMA 4

## Construir uma comunidade em torno de iniciativas circulares

| ELE FAZ ISSO POR            | OBJETIVO                                              | KPI                                                                                                                           |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apoiando iniciativas locais | Apoiar iniciativas locais com conhecimento e recursos | Número de iniciativas circulares locais apoiadas por ano                                                                      |
|                             |                                                       | % das iniciativas circulares e sustentáveis apoiadas envolvendo ou beneficiando mulheres                                      |
|                             |                                                       | % das iniciativas circulares e sustentáveis apoiadas envolvendo ou beneficiando minorias negras, indígenas ou outras minorias |
|                             |                                                       | % das iniciativas circulares e sustentáveis apoiadas envolvendo ou beneficiando grupos de baixa renda                         |

## FERRAMENTA EXCEL: MANUAL

### Contexto

Para medir o progresso em direção a esses KPIs, foi criada uma ferramenta Excel. Esta ferramenta Excel é um subproduto de uma trajetória de um ano e meio em que CIUPOA, ICLEI, PYXERA Global, via Verde e Metabolic colaboraram na realização de duas escolas de emissão zero em Porto Alegre. A ferramenta é o primeiro passo na criação de uma estrutura para acompanhar o processo da Escola Circular, para ambas as escolas. A ferramenta foi criada com a ajuda de oficinas de cocriação com as duas escolas em mente e em consulta com a equipe do projeto.

O projeto Morro da Cruz Circular se concentra nas seguintes áreas:

- Água
- Energia
- Materiais
- Alimento
- Social (ecossistema local e envolvimento da comunidade)

### Indicador Chave de Performance

A ferramenta inclui um conjunto de Indicadores Chave de Performance (KPIs). Os KPIs permitem um monitoramento eficiente das intervenções e metas. As intervenções e metas são estabelecidas para a transição para duas escolas de emissão zero. Esses KPIs são desenvolvidos em conjunto com as partes interessadas locais das duas escolas envolvidas. A aba “KPIs” dá uma visão geral dos diferentes KPIs com intervenções e objetivos correspondentes.

Sugestões e uma variedade de abordagens de medição estão incluídas, para medir e melhorar os KPIs concebidos. Dados A aba “entrada de dados de progresso do KPI” é relevante para as partes interessadas. Com base no impacto medido, os dados (números) podem ser adicionados. A entrada será imediatamente visualizada na aba “Visão geral do progresso do KPI”.

A “Visão Geral do Progresso do KPI” mostra os gráficos do Projeto Escola Circular. Os gráficos abrangem o consumo e a geração de energia, o consumo e o reuso da água, o consumo de alimentos, a contagem de espécies vegetais/animais e o envolvimento da comunidade.

Esta ferramenta excel é uma primeira tentativa de criar uma ferramenta que os atores locais podem usar para medir o impacto de suas operações diárias. É necessária uma maior expansão nesta ferramenta para torná-la mais robusta.

## ANEXO 2: BIODIGESTOR

|                                                 | HOME BIOGAS 2.0                                                 | HOME BIOGAS 7.0                                                  |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Dimensões do sistema</b>                     | 210 x 115 x 130 cm                                              | 400 x 180 x 150cm                                                |
| <b>Volume do tanque de gás</b>                  | 700 litros                                                      | 2.500 litros                                                     |
| <b>Volume do tanque de biodigestão</b>          | 1.200 Litros                                                    | 4.300 litros                                                     |
| <b>Quantidade máxima de resíduos de cozinha</b> | 6 litros ou 4 quilos                                            | 18 litros ou 10 quilos                                           |
| <b>Quantidade máxima de estrume animal</b>      | 45 litros ou 10 quilos                                          | 108 litros ou 60 quilos                                          |
| <b>Gera alimentos a gás cozinhando</b>          | 2-3 horas                                                       | 5-6 horas                                                        |
| <b>Consumo anual</b>                            | 1 tonelada ou resíduos orgânicos evitados para coleta municipal | 4 toneladas ou resíduos orgânicos evitados para coleta municipal |
| <b>Emissões anualmente evitadas</b>             | 6 toneladas de gás GHG evitadas por ano                         | 8 toneladas de gás GHG evitadas por ano                          |

## ANEXO 3: FONTES

---

- A quantidade de bens adquiridos, energia, gás e água é baseada em dados fornecidos por ambas as escolas
- O impacto incorporado dos produtos adquiridos foi modelado com: <https://www.maia.net.au/>. Usado em 2021.
- Impacto ambiental das fontes brasileiras de energia
  - Energia: [Our world in Data](#), acessado em 2021
  - Gas: [Learn metrics](#), acessado em 2021
  - Dados quantitativos da comunidade: <https://censo2010.ibge.gov.br/>, acessado em 2021
- As quantidades da dieta foram determinadas com base nos dados de:
  - Nutricionista das escolas
  - Borges, et al. [Dietary patterns associated with overweight among Brazilian adolescents](#), 2018.
- Radiação Solar no Brasil: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/brazil>
- Performance dos Biodigestores: [homebiogas.com](http://homebiogas.com), acessado em 2021