

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAOLA BORGUEZANI BRUN

**RECURSOS E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS APLICÁVEIS EM UM CENTRO DE ESPORTES**



CURITIBA

2020

PAOLA BORGUEZANI BRUN



**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE MEDIDAS SUSTENTÁVEIS EM UM CENTRO DE ESPORTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista. Orientadora: Professora Dra. Maria Emília Martins Ferreira

CURITIBA

2020

## RESUMO

Este documento teve como objetivo de planejar e desenvolver um conjunto de medidas sustentáveis que poderão ser aplicadas à um estabelecimento de esportes e calcular a redução de emissões de gases de efeito estufa. Por meio da literatura determinou-se uma lista de modificações que são aplicáveis à estrutura do estabelecimento, como reuso de água, sistema de energia solar, sistema de aquecimento de água, separação e destinação dos resíduos e plantação de árvores no estacionamento. Para as propostas cabíveis, foram determinados o custo, tempo de retorno dos investimentos, benefícios da aplicação e, por fim, calculou-se a redução de emissões de carbono equivalente que este conjunto de ações pode contribuir. Com as propostas feitas, foi possível uma absorção e redução de emissão de CO<sub>2</sub> equivalente de aprox. 5,94t por ano, o que equivale à emissão anual de duas pessoas. O trabalho teve como função mensurar a contribuição que o Centro de Esportes pode oferecer para construção de uma sociedade mais sustentável, promovendo a conscientização e bem-estar da comunidade que o frequenta.

**Palavras-chave:** Construções, Projeto sustentável, Energia Solar, Água pluvial, Esportes, redução de emissão de CO<sub>2</sub>

## ABSTRACT

This document aimed to develop a set of sustainable measures that can be applied to a sports establishment and to calculate the reduction of greenhouse gas emissions. From the literature it was determined a list of modifications that are applicable to the structure of the establishment, such as water reuse, solar energy system, water heating system, separation and disposal of waste and planting of trees in the parking lot. For the fitting proposals, the cost, payback of investments, and benefits of the application were determined. Finally, the reduction in equivalent carbon emissions was calculated. With the results of the proposals, it was possible to absorb and reduce CO<sub>2</sub> equivalent emissions in approximately 5.94 t per year, which is equivalent to the annual emission of two persons. In addition, the work had the function of measuring the contribution that the Sports Center could offer for the construction of a more sustainable society, promoting the awareness and well-being of the community that frequents it.

**Key words:** building, sustainable design, solar energy, water reuse, sports, emission reduction CO<sub>2</sub>.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - CELB de cima (2019).....	10
Figura 2 - Proposta de instalação de lixeiras de separação no Centro Esportivo Luiz Brun (O autor, 2019). .....	19
Figura 3 - Lixeiras de separação propostas para o Centro Esportivo (Só Lixeiras, 2019).....	20
Figura 4 - Projeto de arborização do estacionamento (O autor, 2019).....	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de banhos por dia resultante da entrevista realizada com clientes do Centro de Esportes Luiz Brun .....	14
Tabela 2 - Resumo de consumo de energia por semana do Centro de Esportes Luiz Brun.....	14
Tabela 3 – Resíduos Sólidos gerados semanalmente pelo Centro de Esportes Luiz Brun .....	15
Tabela 4 - Cálculo redução de consumo semanal pela substituição de lâmpadas comuns por LED .....	16
Tabela 5 - <i>Payback</i> de substituição de lâmpadas comum por Iluminação LED no Centro de Esportes Luiz Brun .....	17
Tabela 6 - Resultado simulação energia solar WEG para instalação no Centro de Esportes Luiz Brun.....	18
Tabela 7 - Redução de emissões por energia elétrica pelas propostas sustentáveis aplicáveis ao Centro Esportivo Luiz Brun.....	23
Tabela 8 - Cálculo de emissão equivalente de CO2 evitada pela reciclagem dos resíduos sólidos do Centro Esportivo Luiz Brun.....	24

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
2.1	<i>OBJETIVO GERAL</i>	9
2.2	<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	9
<b>3</b>	<b>Materias e metodos</b>	<b>10</b>
3.1	<i>LOCAL DE ESTUDO</i>	10
3.2	<i>COLETA DE DADOS</i>	11
3.3	<i>CÁLCULO DE VAZÃO DE ÁGUA DE CHUVA</i>	11
3.4	<i>CÁLCULO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES</i>	12
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>12</b>
4.1	<i>MEDIDAS QUE VISAM O USO RESPONSÁVEL DOS RECURSOS NATURAIS</i>	12
4.2	<i>ENERGIA ELÉTRICA</i>	13
4.3	<i>RESÍDUOS SÓLIDOS</i>	15
4.4	<i>PROPOSTAS SUSTENTÁVEIS</i>	15
4.4.1	<i>Iluminação</i>	15
4.4.2	<i>Sistema de aquecimento solar de água</i>	17
4.4.3	<i>Sistema de Energia Solar</i>	17
4.4.4	<i>Separação do lixo</i>	19

4.4.5	Parceria com entidades de reciclagem.....	20
4.4.6	Arborização do estacionamento .....	20
4.4.7	Aumento do reservatório para chuvas .....	22
4.4.8	Tratamento de água pluvial .....	22
4.5	<i>BALANÇO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES</i> .....	23
4.5.1	Energia .....	23
4.5.2	Arborização .....	23
4.5.3	Resíduos Sólidos.....	23
4.6	<i>DISCUSSÃO</i> .....	24
5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	25
6	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26

## 1 INTRODUÇÃO

Na COP 21, o Brasil comprometeu-se a reduzir, em 2025, as emissões de GEE em 37% em relação aos níveis de 2005 e subsequentemente, comprometeu-se a reduzir, em 2030, as emissões de GEE em 43% na mesma base de comparação. Enquanto o consumo de energia elétrica tende a subir a cada ano, em média 2,2% ao ano até 2040 (Grupo BP, 2019), faz-se necessário pensar como será possível suprir essa demanda e ser ao mesmo tempo eficiente.

Cerca de 35% da população mundial não têm acesso a água tratada, além disso, 4,2 bilhão não contam com serviços adequados de saneamento básico (UNICEF, 2019). Apesar da responsabilidade do Estado em garantir a todo cidadão o acesso à água, é fundamental que a população utilize tais recursos de forma sustentável e pensar em conjunto ao utilizar o recurso, quanto mais água tratada for poupada, maior disponibilidade para toda a população.

A legislação ambiental brasileira é uma das mais avançadas do mundo. Está previsto na Constituição federal e diversas leis, como a Lei 6.803/80, a Lei 6.938/81, a Resolução Conama 237/97, e muitos outros documentos, a obrigatoriedade de licenciamento ambiental para determinados tipos de indústrias e comércios, principalmente os de grande porte. Por isso, esses têm maior tendência a tomarem medidas sustentáveis e a serem cobradas pelo poder público e pela mídia de suas ações, buscando a redução de emissões de gases de efeito estufa, diminuir a produção de resíduos e o consumo de recursos naturais. Apesar disso, pouco é feito por pequenas propriedades e comércios.

Transformar uma edificação ou um estabelecimento de pequeno porte em uma construção sustentável, além de amenizar os impactos à natureza, reduzindo o máximo possível os resíduos e a utilização de materiais e de recursos, como água e energia, são iniciativas que tem um papel importante na sociedade, principalmente em uma região de bastante acesso da comunidade local. Esse tipo de iniciativa é pouco aplicada em centros esportivos na região de Curitiba, geralmente são feitas em empreendimentos de construção civil ou fabricantes de produtos, para obtenção de



Rotulagem Ambiental, como por exemplo os ISO 14.000, ou a Certificação LEED do Green Building Council.

Cada vez mais as pessoas estão optando por produtos e serviços com cadeias produtivas mais enxutas. Tomar medidas sustentáveis evidencia a preocupação do estabelecimento pelo meio ambiente, e atrai mais os clientes ao local. Esse é o processo do marketing sustentável, artifício de comunicação entre o prestador de serviço e cliente de seus valores, incentivando ao consumo neste estabelecimento. Além disso, é um incentivo à população em adotar medidas sustentáveis em suas casas e estabelecimentos também.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Diagnosticar a situação atual de medidas sustentáveis aplicadas em um centro esportivo localizado em Curitiba e elaborar um plano de alternativas sustentáveis a serem aplicadas com objetivo de resolver ou atenuar os impactos ambientais e necessidades gerados pelo estabelecimento (consumo de água e energia), prover saúde e bem-estar aos seus usuários e preservar o meio ambiente. Por fim, calcular qual seria o impacto em CO<sub>2</sub> equivalente.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a. Diagnosticar a situação atual do centro esportivo Luiz Brun (CELB) em relação ao consumo de energia, destinação de resíduos, reuso de água e uso de outras medidas de redução de impacto ambiental.

b. Elaborar de propostas sustentáveis aplicáveis ao centro.

c. Calcular a redução de emissões de GEEs geradas pelas mudanças propostas seguindo as diretrizes do IPCC.

### 3 MATERIAS E METODOS

#### 3.1 LOCAL DE ESTUDO

Para a realização deste estudo, selecionou-se o Centro Esportivo Luiz Brun, que está localizado no município de Curitiba, no estado do Paraná, precisamente à Rua Octacyr Reinaldo Mion, nº 632, no bairro Xaxim. O centro de esportes inaugurado em 2002 conta com 2 quadras de futebol Society, um estacionamento descoberto com pedra tipo brita, uma lanchonete, três churrasqueiras em área coberta para locação e um salão de festas no andar superior. Neste local são realizadas várias atividades dos moradores do bairro, como escolinha de futebol para crianças e adolescentes, aulas de atividade física para idosos organizada pelo governo estadual e locação das quadras e churrasqueiras para jogos e eventos. Também, são realizados eventos como festas juninas, aniversários e festa de encerramento de ano de empresas. Em média o local recebe 750 pessoas por semana entre jogadores, famílias e grupos de amigos, 7 dias por semana. A figura 1 está mostra uma imagem aérea do local.



Figura 1 - CELB de cima (2019)

As coordenadas geográficas são -25.495110 de latitude Sul e -49.268990 de longitude Oeste. A cidade de Curitiba, onde se situa o empreendimento, fica localizada

na região sul, apresentando um clima temperado, com as quatro estações do ano bem definidas. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 10 °C a 26 °C e raramente é inferior a 5 °C ou superior a 30 °C. As precipitações em Curitiba são abundantes durante o ano todo, com índice pluviométrico de aproximadamente 1480 milímetros anuais, sendo janeiro o mês de maior precipitação com média de 172 milímetros (Weather Spark,2019).

### 3.2 COLETA DE DADOS

Para obter mais informações sobre o local foram realizadas 3 visitas. A primeira foi para diagnóstico das medidas sustentáveis já aplicadas pelo estabelecimento, coleta de informações como horário de funcionamento, quantidade de lâmpadas, equipamentos eletrônicos, chuveiros, geladeiras, entre outros.

O proprietário fez um relatório de tempo de funcionamento de cada local do estabelecimento para averiguar quanto tempo as lâmpadas ficavam ligadas. O consumo total foi obtido a partir da conta de luz do mês de julho de 2019 e a informação do proprietário de como esta conta variava conforme os meses do ano.

A segunda visita foi para a coleta de dados de resíduo sólido, que foi armazenado durante uma semana e em seguida pesado com uma balança digital. Por fim, na terceira visita, foi realizada uma entrevista com os representantes de cada time para estipular o tempo de uso dos chuveiros.

### 3.3 CÁLCULO DE VAZÃO DE ÁGUA DE CHUVA

O cálculo para determinar qual seria a vazão dos equipamentos para tratamento da água pluvial foi realizado a partir da equação 1, fornecida pelo fabricante de sistemas de tratamentos Alphens.

$$Q = \left( \frac{i \left( \frac{\text{mm}}{\text{mês}} \right)}{1000.30.24} \right) \cdot A(m^2) \quad \text{Eq (1) (Alphenz)}$$

Em que Q é a vazão em m<sup>3</sup>/h, i é a intensidade pluviométrica média da região em mm/mês e A é a área de contribuição (telhado) em m<sup>2</sup>.

### 3.4 CÁLCULO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES

Para calcular quanto seria a redução de energia consumida, utilizou-se a seguinte expressão, fornecida pelo Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas em seu guia para cálculo de emissões. Nela são inseridos os dados do fator de emissão da fonte de energia utilizada (F) e a potência consumida (P):

$$E(tCO_2) = P(kWh) \times \frac{F\left(\frac{tCO_2}{MWh}\right)}{1000} \quad \text{eq (2) (IPCC 2006)}$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 MEDIDAS QUE VISAM O USO RESPONSÁVEL DOS RECURSOS NATURAIS

Atualmente, o Centro Esportivo aplica poucas medidas que visem a sustentabilidade. Dentre elas estão:

a. Separação de lixo. O lixo reciclável é enviado para a coleta seletiva realizada pela prefeitura de Curitiba, sem realizar a separação por tipo de resíduo, como vidro, plásticos, metal, etc.

b. Servir cerveja em embalagens de vidro reutilizáveis que são retornadas ao fornecedor.

c. Adoção de um sistema de captação de água da chuva em caixa d'água com capacidade de 5000L. Essa água é usada para descargas, limpeza de ambientes externos, regar plantas e lavagem de coletes de jogo, no entanto sem nenhum tratamento para desinfecção básica;

d. Área permeável em todo o estacionamento, sendo de aproximadamente 2.500 m<sup>2</sup>, o que permite a absorção da água pelo solo, manutenção dos lençóis freáticos e evita possíveis enchentes na região.

## 4.2 ENERGIA ELÉTRICA

O local possui elevado consumo de energia devido as atividades desenvolvidas: possui 2 quadras que permanecem iluminadas todas as noites por refletores, 6 geladeiras que ficam ligadas 24h para manter a refrigeração de bebidas e de carnes. Todos os ambientes são iluminados por luzes fluorescentes ou tubulares que ficam em média ligadas durante 8h.

Nos locais de pouco uso, como vestiários e seus corredores, são usados sistemas de detecção de presença, para manter a luz acesa somente quando usados. As lâmpadas dos ambientes de lanchonete ficam acesas praticamente todo o expediente, sem possibilidade de desliga-las e nos locais de churrasqueiras e salão de festa são ligadas somente quando usadas

Grande parte da iluminação é feita por lâmpadas fluorescentes, exceto dentro das 2 quadras de futebol que possuem, cada, 18 refletores de vapor metálico alta pressão com 400W de potência. Essas, ficam ligadas em torno de 5h por dia, 6 dias por semana, totalizando 432 kWh por semana. Se consideradas 50 semanas de funcionamento no ano, só a iluminação das quadras já é responsável pelo consumo de 21.600 kWh/ano.

O centro de esportes possui 3 televisões que ficam ligadas entre 3 e 7h por dia, com maior utilização no sábado. Os chuveiros são pouco utilizados durante o inverno, mas com maior temperatura. Já no verão são usados com maior frequência e com menor temperatura. Foi contabilizado por meio de entrevistas com representantes de cada time, durante uma semana, a atividade nos vestiários. O hábito de tomar banho no local varia muito entre os times, e pouco entre as semanas, pois em geral são os mesmos times que jogam todas as semanas. Os banhos variam entre 5 min e 30 min, sendo a média de 9,7 minutos e de 57 banhos por semana. Segue a tabela 1 com os valores obtidos por dia:

Dia	Quantidade de banhos	Tempo médio aprox. (min)
Segunda	7	7
Terça	5	8
Quarta	9	9
Quinta	12	10
Sexta	6	10
Sábado	15	12
Domingo	3	9

Tabela 1 - Quantidade de banhos por dia resultante da entrevista realizada com clientes do Centro de Esportes Luiz Brun

A tabela 2 resume o consumo médio de energia por ambiente do estabelecimento por semana, sem contabilizar a iluminação do estacionamento, que hoje já é feita por 3 holofotes LED com sensor de presença:

Ambiente	Quant.	Tipo	Potência (W)	Tempo (h/Sem.)	Consumo Semanal (kWh)
Vestiário	5	Lamp. Fluoresc	30	52	8
Vestiário	4	Chuveiros	5500	2,25	50
Salão festas	8	Lamp. Fluoresc	30	12	3
Quadra 2	18	Refletor	400	30	216
Quadra 1	18	Refletor	400	30	216
Lanchonete	1	Freezer horiz.	124	168	21
Lanchonete	1	Geladeira peq.	125	168	21
Lanchonete	2	Geladeira cerv.	535	168	180
Lanchonete	2	Geladeira refrig	125	168	42
Lanchonete	3	Lamp. Fluoresc	30	52	5
Lanchonete	6	Lamp. T8	40	52	12
Lanchonete	1	TV 52"	280	27	8
Exterior	1	Lava Roupas	1000	4	4
Churrasqueiras	6	Lamp. Fluoresc	30	35	6
Churrasqueiras	4	Lamp. T8	40	35	6
Churrasqueiras	2	TV 47"	230	15	7

Tabela 2 - Resumo de consumo de energia por semana do Centro de Esportes Luiz Brun

A conta mensal de luz do estabelecimento varia entre R\$4.200 no verão e R\$ 4.450 no inverno, devido ao aumento no uso do chuveiro elétrico na potência máxima e também, a iluminação das quadras que são ligadas mais cedo no inverno. A tarifa é de 0,79878 R\$/kWh (Copel, 2019). Chegando, então, em um consumo médio anual de 40.044 kWh.

### 4.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

O lixo do local é composto majoritariamente por plástico, proveniente de embalagens de salgadinhos e garrafas PET, por metal de latinhas de refrigerante e por vidro proveniente de garrafas e copos. A cozinha do local não processa alimentos, assim quase não existe resíduos orgânicos no dia a dia, somente quando há locação dos salões de festa e churrasqueiras. Na tabela 3 é apresentada a composição de lixo que foi mensurado em uma semana de funcionamento, que soma no total 43,7 Kg por semana. Extrapolando esse valor, em um ano de funcionamento o local joga fora 2,3t de lixo.

Resíduo	Peso semanal (kg)	%
Plástico	2,45	5,6%
Alumínio	5,75	13,2%
Vidro	30,8	70,4%
Papelão	2,6	6,0%
Orgânico	2,1	4,8%

Tabela 3 – Resíduos Sólidos gerados semanalmente pelo Centro de Esportes Luiz Brun

### 4.4 PROPOSTAS SUSTENTÁVEIS

Como descrito, o local já possui algumas atitudes sustentáveis, que podem ser incrementadas e acrescidas para melhores resultados. Estas modificações serão abordadas neste capítulo.

#### 4.4.1 Iluminação

Antes de propor um sistema de geração de energia, é melhor tomar medidas de redução de consumo nas instalações. Uma delas é a substituição das lâmpadas fluorescentes por LED.

Indica-se a substituição dos refletores de 400W de gás metálico por refletores de LED de 100W, que são capazes de emitir um fluxo luminoso mínimo de 300 lux para as quadras de futebol (Iluminação Esportiva, 2014). Além disso, o LED possui 50 mil horas de vida útil, contra 10 mil da lâmpada de gás metálico, o que permite que a manutenção aconteça em longo prazo, reduzindo os custos com troca



de lâmpadas, reatores e dificuldade logística na frequência de substituição. Outra vantagem é a de não aquecer o ambiente, evitando o incômodo do calor em usuários do espaço onde está presente ou a deterioração de paredes e objetos expostos a ele.

O LED possui acendimento automático em caso de queda de tensão, enquanto que a metálica leva de 15 a 20 minutos para chegar a 100% do fluxo. O Refletor LED também é desprovido de materiais tóxicos, evitando a contaminação do solo e despesas no descarte (Gonçalves, 2017). A mesma proposta, de substituí-las por LED, é feita para as lâmpadas fluorescentes e T8. Segue, na tabela 4 o resumo de substituições e resultado em economia semanal:

Tipo	Potência (W)	Tempo total (h/sem.)	Consumo (kWh/sem)	Solução	Potência (W)	Consumo LED (kWh/sem)	Redução de consumo (kWh/sem)
Refletor	400	1080	432	Refletor LED	100	108	<b>324</b>
Lamp. Fluoresc.	30	722	22	Lamp LED	15	10,83	<b>11</b>
Lamp. T8	40	452	18	Lamp T8 LED	18	8,136	<b>10</b>

Tabela 4 - Cálculo redução de consumo semanal pela substituição de lâmpadas comuns por LED

Da tabela 4, é possível observar uma redução de 43% do consumo em energia elétrica que era em torno de 803 kWh/sem só com o investimento em iluminação de LED. Considerando 50 semanas trabalhadas no ano, resultaria numa redução de 17.238 kWh no consumo anual e, portanto, R\$13.756,00 de economia por ano.

Como investimento, serão necessárias novas lâmpadas, que são de instalação comum, sem necessidade de algum equipamento adicional e a instalação poderá ser realizada pelo zelador de manutenção do local. Considerou-se os preços da loja Eletrorastro de R\$16,00 por lâmpada comum e T8 (Eletrorastro, 2019); e R\$ 112,00 da loja Iluminim par cada refletor (Iluminim, 2019), como resume a tabela 5, o investimento, seria de R\$ 4.544,00 com um retorno do investimento em 4 meses:

Item	Quantidade	Preço	Total
Refletor LED	36	R\$ 112,00	R\$ 4.032,00
Lamp LED	22	R\$ 16,00	R\$ 352,00
Lamp T8 LED	10	R\$ 16,00	R\$ 160,00
TOTAL			R\$ 4.544,00
ECONOMIA MENSAL			R\$ 1.146,37
PAYBACK			3,96 meses

Tabela 5 - *Payback* de substituição de lâmpadas comum por Iluminação LED no Centro de Esportes Luiz Brun

#### 4.4.2 Sistema de aquecimento solar de água

Os chuveiros são responsáveis pelo consumo de 2500 kWh por ano. Um bom projeto de solar, ou seja, em local de grande incidência solar e sem interferência de sombras, pode gerar economia superior a 60% aos sistemas convencionais, podendo seu investimento ser amortizado no prazo médio de 2 a 5 anos.

Segundo um orçamento realizada pelo fornecedor Dinâmica Solar (Dinâmica Solar Soluções Sustentáveis, 2019) para o consumo estimado acima, será necessário um reservatório de 1000L com resistência para os dias mais frios e 25 tubos, totalizando uma área de 10m<sup>2</sup> sendo no total, um investimento de R\$ 15.600,00. Com isso, estima-se uma redução de aproximadamente 40% da energia hoje consumida pelos chuveiros, resultando em uma redução de 20kWh/sem.

Esta proposta apresenta uma redução baixa de consumo, com um tempo de *payback* entre 16 e 20 anos. Comparada com outras medidas, é a menos indicada, ou com aquela com menor prioridade na instalação.

#### 4.4.3 Sistema de Energia Solar

Mesmo após a substituição das lâmpadas e instalação de sistema de aquecimento solar de água, o consumo de energia ainda é elevado no estabelecimento, em torno de 21.760kWh. Muitos dos outros gastos são pouco redutíveis, delineados pela necessidade dos clientes. Um exemplo são os chuveiros. Poderiam ser colocadas placas de conscientização para redução do tempo de banho ou desligar o chuveiro enquanto não usa a água, mas isso cabe aos hábitos dos clientes e não seria possível contabilizar sem estudos empíricos do resultado. Uma

forma de obter energia elétrica de forma renovável e de quebra, obter redução na conta de luz, seria pela instalação de energia solar fotovoltaica.

Para simulação do sistema de energia solar necessário, foi utilizado o aplicativo simulador chamado *Payback Solar da WEG*, que simula o tempo de *Payback* do investimento no sistema solar, e quanto seria de economia na conta de luz (WEG, 2019). São inseridas as informações de consumo mensal e tarifa e o aplicativo realiza um cálculo conforme a incidência de luz da região (4,61 kWh/m<sup>2</sup> dia) (INPE,2019), e ele retorna valores de área de telhado necessário, custo e retorno no investimento. No cálculo já foram utilizados os valores de consumo caso as modificações anteriores já fossem instaladas, de 1.813 kWh/mês. A Tabela 6 resume os dados gerados pelo simulador:

Irradiação	4,61 kWh/m <sup>2</sup> dia
Tarifa	R\$ 0,79/kWh
Reajuste	4,5% ao ano
Energia	1813,5 kWh/mês
Performance Ratio	80%
Potência	18,42 kWp
Área	148m <sup>2</sup>
Manutenção	0,5% ao ano
Reajuste Manutenção	4,5% ao ano
Investimento total	R\$ 73.676,00
Poupança	6,17% ao ano
<u>Ret. Investimento</u>	<u>4 anos e 8 meses</u>

Tabela 6 - Resultado simulação energia solar WEG para instalação no Centro de Esportes Luiz Brun

O simulador considera 80% de performance, visto que haverá dias mais chuvosos e possíveis sujeiras que atrapalhem o sistema no decorrer do ano. Para isso, previu 0,5% ao ano de investimento em manutenção e limpeza das placas, ficando maior 4,5% cada ano. Com isso, seria necessário um investimento de R\$ 73.676,00 com *Payback* de 4 anos e 8 meses. A partir do fim do *Payback*, o gasto com energia se restringiria à taxa mínima da concessionária de energia do padrão bifásico, hoje no valor de R\$ 39,50.

#### 4.4.4 Separação do lixo

Hoje, a empresa não possui lixeiras segregadas para os tipos de lixo reciclável, e em alguns pontos possui apenas uma lixeira, sem separação entre orgânica e reciclável, sendo separada posteriormente pela equipe de limpeza.

A primeira proposta, seria a instalação de lixeiras segregadas amarela para metal, vermelho para plástico, verde para vidro e cinza para não reciclável. O conjunto de lixeiras, representado pelo traço amarelo na figura abaixo, seria instalado ao lado da 1ª quadra, dentro da lanchonete, na área de mesas externas e no salão de festas no piso superior. Na região de churrasqueiras, seriam usadas lixeiras pequenas para cada uma das 3 churrasqueiras, representadas por pontos verdes na Figura 2.



Figura 2 - Proposta de instalação de lixeiras de separação no Centro Esportivo Luiz Brun (O autor, 2019).

A Figura 3 exemplifica as lixeiras que podem ser utilizadas.



Figura 3 - Lixeiras de separação propostas para o Centro Esportivo (Só Lixeiras, 2019)

#### 4.4.5 Parceria com entidades de reciclagem

Após a separação, é necessária a destinação correta destes resíduos. Com a coleta seletiva realizada pela prefeitura de Curitiba, estes produtos já são destinados aos seus respectivos destinos, ficando para a coleta comum somente o lixo orgânico. É possível, também, entregar nos PEV de organizações de coleta, como por exemplo o Instituto Lixo e Cidadania, Cefuria ou a Vila Torres.

#### 4.4.6 Arborização do estacionamento

Outra medida sustentável que poderia ser adotada é a compensação de emissões de GEE. Uma forma de fazer isso é pelo plantio de árvores, que absorvem CO<sub>2</sub>, principalmente durante a sua fase de crescimento. Para a arborização, será proposta a árvore Magnólia, da espécie *Magnolia grandiflora*, pois é uma árvore de porte médio, cresce em uma altura confortável para áreas urbanas e estacionamentos (Sitio da Mata, 2018) e também possui folhas largas reduzindo a quantidade de sujeira que pode entrar dentro das quadras de futebol. As vagas possuem 2,4m de largura com comprimentos de 4,70m para carros médios e pequenos e 5,50m para carros grandes. Segundo o guia de arborização e Manejo da Elektro (Elektro, 2017) deve-se manter uma distância entre 5m e 7m no meio de cada árvore de porte médio, portanto, serão plantadas uma árvore a cada 3 vagas, deixando um espaço de 1m para a árvore como canteiro. No muro de divisa do terreno, serão mantidos os arbustos de hortênsia

já presentes. Segue na figura 4 o projeto de arborização proposto. Com o layout sugerido, seria possível plantar 33 árvores na extensão do estacionamento, mantendo 115 vagas.

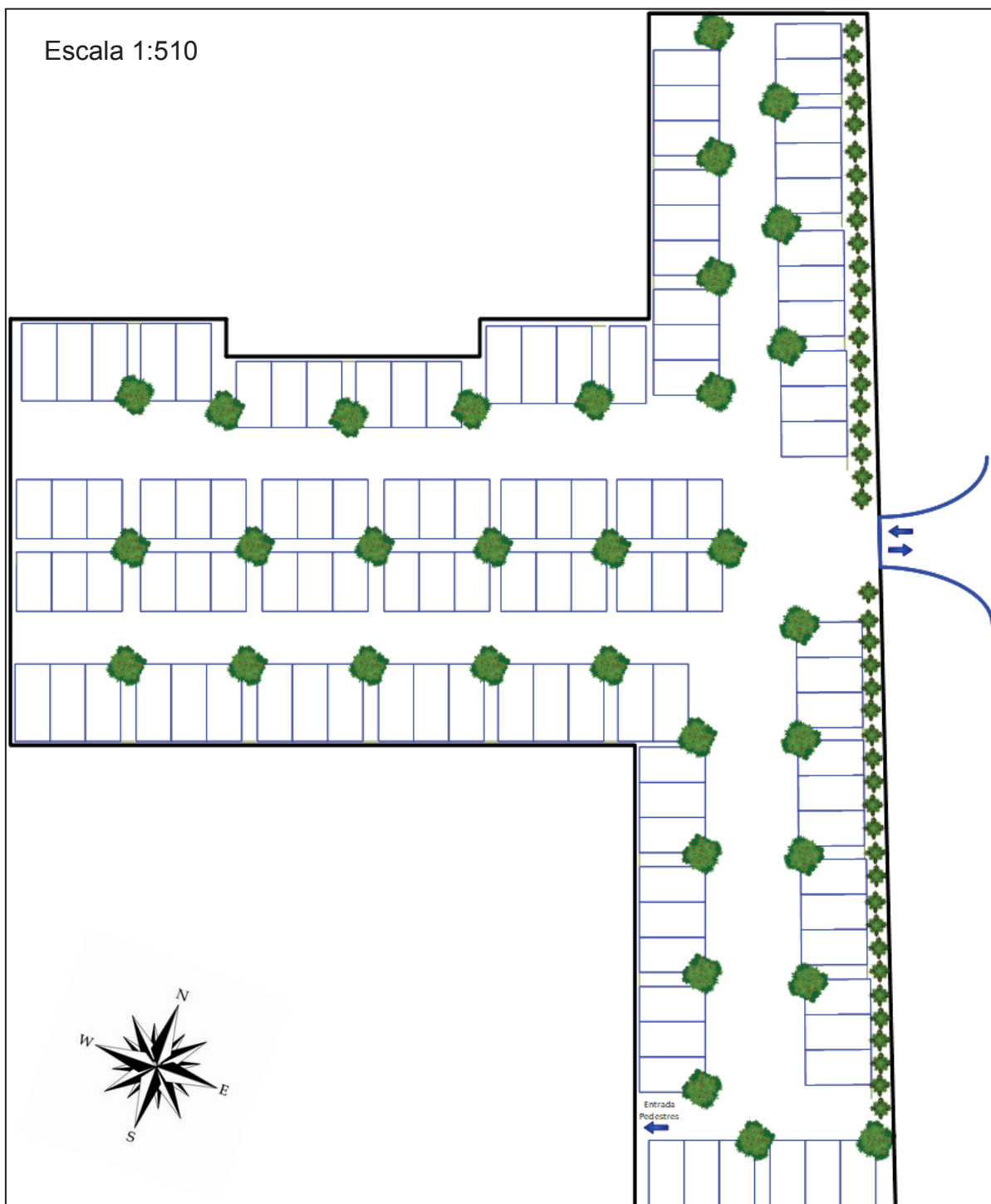


Figura 4 - Projeto de arborização do estacionamento (O autor, 2019)

#### 4.4.7 Aumento do reservatório para chuvas

O estabelecimento possuía inicialmente 2 caixas d'água de 5000L cada para captação de água da chuva, porém uma das caixas quebrou com o tempo ficando somente uma. Devido à grande área de calçadas e jardins e lavagem de coletes, essa água era usada quase que totalmente com apenas uma caixa. Em épocas de pouca chuva ou de grande limpeza, a água pluvial se esgota, acarretando no uso de água tratada para essas atividades. Os grandes volumes de chuva da região e área de quase 2.000m<sup>2</sup> de telhado, permitem uma grande captação de água. Portanto, será proposta a reinstalação da segunda caixa de 5000L.

#### 4.4.8 Tratamento de água pluvial

Hoje, a água da chuva já é usada para limpeza e jardins e poucas vezes para lavagem de coletes e descarga devido à grande quantidade de impurezas presentes na mesma. Foi proposta a instalação de um tratamento para esta água de forma que poderá ser usada mais amplamente. Este tratamento é composto de um filtro de areia, uma bomba centrífuga (para transporte) e uma bomba dosadora de cloro, comumente instalados para tratamento de água pluvial. Para isso, calculou-se a vazão de água dos telhados de captação para a escolha do sistema adequado junto ao fabricante de sistemas de tratamento de água Alphens. A intensidade pluviométrica (i) foi obtida pela média dos dados o Instituto de águas do Paraná dos últimos 5 anos, sendo essa de 132mm/mês (IAP, 2019) e a área de contribuição é de 2.000m<sup>2</sup>. Utilizando dados na eq 1 apresentada nos materiais e métodos, concluiu-se que será necessário a instalação de um sistema para 0,370 m<sup>3</sup>/h de água. Um sistema desses custa em torno de R\$ 1.800,00, pelo fornecedor Alphens.

## 4.5 BALANÇO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES

### 4.5.1 Energia

Para redução do consumo de energia, bem como seu uso de forma mais sustentável, foram propostas 3 ações: aquecimento solar da água, sistema fotovoltaico e substituição da iluminação por LED. A tabela 7 apresenta o resumo de redução de consumo calculados anteriormente:

Ação Sustentável	Redução anual (kWh)
Aquecimento de água solar	1.040
Substituição de lâmpadas	17.238
Energia Fotovoltaica	21.766

Tabela 7 - Redução de emissões por energia elétrica pelas propostas sustentáveis aplicáveis ao Centro Esportivo Luiz Brun

No Brasil, 98,3% da energia elétrica consumida é proveniente do Sistema Interligado Nacional (SIN). O fator de emissão F é estabelecido para Inventários corporativos, considerando toda a geração de energia do SIN, o fator médio entre 2014 e 2018 foi de 0,1016 tCO<sub>2</sub>/MWh (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2019). Utilizando-se da eq 2, citada no capítulo anterior, o total de redução de emissão por energia elétrica será, portanto, de 4,07t de CO<sub>2</sub> por ano.

### 4.5.2 Arborização

O plantio de árvores é uma iniciativa de compensar o carbono emitido pelas atividades desenvolvidas pelo centro. Segundo o IPCC a média anual de absorção de CO<sub>2</sub> nos primeiros 20 anos é de 15,6 kg/árvore, para uma floresta tropical (SEBRAE, 2016). Para as 33 árvores que serão plantadas, isso resultaria em um sequestro de 514 kg CO<sub>2</sub> em 1 ano. Ao final de 20 anos, teríamos um total de 10,3 t CO<sub>2</sub> sequestrados.

### 4.5.3 Resíduos Sólidos

Segundo o relatório técnico Avaliação da política municipal da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos de Curitiba, publicado pelo Observatório de



Política Nacional de Resíduos Sólidos da UTFPR de 2016, em Curitiba, apenas 5,7% dos resíduos coletados são destinados para reciclagem. Do total que vai para reciclagem, apenas 57,32% são efetivamente reaproveitados (Silva, 2016). Considerando que, ao direcionar nosso lixo para as entidades de reciclagem, garantiríamos que 57,32% dos resíduos serão reciclados, e não apenas 3,26% do total (57,32% x 5,7%). Para o cálculo de emissões evitadas, foi utilizado o fator de emissão em (gC/g). Ele é determinado considerando que, com a reciclagem de determinado produto, não seria necessária a produção de matéria prima nova, e com isso seriam evitadas a emissão de gases de efeito estufa deste processo. Por exemplo, no caso do alumínio, seria evitada a mineração de nova matéria prima, o gasto com energia no processo de separação, seriam evitados também outros produtos químicos usados nesse processo, os dejetos do processo e assim por diante. A tabela 8 resume o cálculo de emissões evitadas, se 57,32% do que é reciclável efetivamente for reciclado considerando os fatores de emissão para cada tipo de material (IPCC, 2006).

Dejeto	Peso semanal (kg)	Peso anual (kg)	Peso Reciclado (57,32%)	Fator de Emissão (gC/g)	Emissão em Carbono	CO2 Equivalente
Plástico	2,45	127,4	73,08	0,11	8,0	29,5
Alumínio	5,75	299	171,51	0,29	49,7	182,4
Vidro	30,8	1601,6	918,68	0,33	303,2	1.111,6
Papelão	2,6	135,2	77,55	0,17	13,2	48,3
Orgânico	2,1	109,2	-	0,45	-	-

Tabela 8 - Cálculo de emissão equivalente de CO2 evitada pela reciclagem dos resíduos sólidos do Centro Esportivo Luiz Brun

Em 1 ano direcionando o lixo diretamente para unidades de reciclagem, seriam evitadas a emissão de 1,3 t CO<sub>2</sub>.

#### 4.6 DISCUSSÃO

A implantações de tecnologias, que hoje já são muito bem desenvolvidas, para redução de utilização de recursos finitos são essenciais para diminuição de emissões e preservação do meio em que vivemos. Nota-se que o custo de

implantação destas melhorias não é exorbitante e além de promoverem a preservação do meio ambiente, também promove a redução de custos e marketing sustentável para o próprio proprietário. Neste estudo de caso, consegue-se sugerir uma redução de emissão e absorção de CO<sub>2</sub> em 5,94 t por ano. Comparado com o valor de emissão per capita brasileiro, de aproximadamente 2,59 tCO<sub>2</sub>/ano (World Bank Group, 2018), a redução equivaleria à quase duas pessoas parando de emitir GEEs completamente. Isso mostra que com pequenas atitudes, particulares e privadas, é possível enfrentar o desequilíbrio da atividade do homem com a natureza.

## **5 CONCLUSÕES**

No presente trabalho foi diagnosticado o funcionamento do Centro de Esportes Luiz Brun no âmbito de sustentabilidade e elaborado um plano de alternativas sustentáveis que atendem às necessidades do estabelecimento e além disso, promovem a redução de custos, o marketing sustentável e o incentivo da população a tomar medidas sustentáveis. Calculou-se quanto de emissões seriam evitadas com as modificações propostas, sendo de 5,94 tCO<sub>2</sub>/ano. Com isso demonstrou-se que é possível tomar iniciativas sustentáveis mesmo em empreendimentos já em funcionamento e que, mesmo dentro do próprio espaço comercial, podem contribuir ao meio ambiente e à sociedade.

## 6 REFERÊNCIAS

Alphenz. **Tabela de dimensionamento de ETA.** Disponível em: <<https://www.alphenz.com.br/media/tabelas/57a34814d72eb8.81967945.pdf>> Acesso em: 07 nov. 2019.

Copel. **Tarifa Convencional - subgrupo B3** Disponível em:<<https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F8c04fbf11f00cc5703257488005939be>> Acesso em: 23 ago. 2019

Dinâmica Solar Soluções Sustentáveis. **Orçamento N°: 00230-19 - Aquecimento de Água Solar.** Curitiba. Novembro de 2019.

Elektro. **Guia de Manejo e Arborização.** Disponível em:<[https://www.elektro.com.br/Media/Default/pdf/guia\\_manejo\\_arborizacao.pdf](https://www.elektro.com.br/Media/Default/pdf/guia_manejo_arborizacao.pdf)> Acesso em: 05 nov. 2019

Eletrorastro. **Produto: Lâmpada Bulbo 15w.** Disponível em: <[https://www.eletrorastro.com.br/produto/lampada-led-bulbo-15w-luz-branca-bivolt-empalux-68457?utm\\_source=GoogleShopping&utm\\_medium=&utm\\_campaign=GoogleShopping&gclid=Cj0KCQjwho7rBRDxARIsAJ5nhFpCeDoknRGU7ibmHI7pZeiz1a6i-nXadCPN5rgYu8ALS\\_5zGXghd6saAmNNEALw\\_](https://www.eletrorastro.com.br/produto/lampada-led-bulbo-15w-luz-branca-bivolt-empalux-68457?utm_source=GoogleShopping&utm_medium=&utm_campaign=GoogleShopping&gclid=Cj0KCQjwho7rBRDxARIsAJ5nhFpCeDoknRGU7ibmHI7pZeiz1a6i-nXadCPN5rgYu8ALS_5zGXghd6saAmNNEALw_)> Acesso em: 12 de 9 de 2019.

Estado de Minas. 2019. **Consumo total de energia no Brasil deve crescer 2,2% ao ano até 2040, estima BP.** Belo Horizonte, 14 de fevereiro de 2019. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/02/14/internas\\_economia,1030618/consumo-total-de-energia-no-brasil-deve-crescer-2-2-ao-ano-ate-2040.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/02/14/internas_economia,1030618/consumo-total-de-energia-no-brasil-deve-crescer-2-2-ao-ano-ate-2040.shtml) Acesso em: 23 nov. 2019.

GONÇALVES, Alberto. 2017. Refletor de Led de alta potência substitui lâmpadas metálicas. **Home Decore.** 17 de Janeiro de 2017. Disponível em: <<http://www.homedecore.com.br/refletor-led-de-alta-potencia-substitui-lampadas-metalicas/>> Acesso em: 30 out. 2019

**Google Maps.** Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/@-25.4949636,-49.26981,250m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 06 ago. 2019

IAP. **Relatório de Alturas Mensais de Precipitação.** 23 de novembro de 2019. Disponível em: <<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

GALVÃO, José Luiz. Iluminação Esportiva. **Lume Arquitetura.** São Paulo, 16 de abril de 2014. Lume Editora e Comunicação, pp. 58-63.

Iluminim. **Produto Holofote 100W.** Disponível em: <<https://www.iluminim.com.br/kit-20-refletor-holofote-microled-100w-branco-quente>>. Acesso em: 21 ago. 2019

Leox. **Iluminação para quadras.** Disponível em: <<https://www.leox.com.br/iluminacao-para-quadras/>>. Acesso em: 23 ago 2019.

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Fator médio - Inventários corporativos.** Disponível em: <[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao\\_corporativos.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html)>. Acesso em: 20 nov. 2019.

PIPATTI, R; VIEIRA e MANSO S. **2006 IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories:** Volume 5 - Waste. Hayama, Kanagawa: Simon Eggleston, Leandro Buerdia, Kyoko Miwa, Todd Ngara and Kiyoto Tanabe, 2006.

SEBRAE. **Sustentabilidade Sebrae.** Disponível em: <<http://sustentabilidade.sebrae.com.br/sites/Sustentabilidade/Acontece/Noticias/Dia-da-%C3%A1rvore>>. Acesso em 03 nov. 2019.

SILVA, CHRISTIAN LUIZ DA. 2016. **Avaliação da política municipal da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos de Curitiba.** Curitiba: Observatório de Política Nacional de Resíduos Sólidos UTFPR, 2016.

Sítio da Mata. **5 tipos de árvores para estacionamento**. 2 de maio de 2018. Disponível em: <<https://sitiodamata.com.br/blog/dicas/5-tipos-de-arvores-para-estacionamentos/>>. Acesso em: 2 nov 2019.

Só Lixeiras. **LIX. C/ AB. SUPERIOR 4x52L, PEMD (KIT)**. Disponível em: <<http://www.solixeiras.com.br/produtodetalhe.php?familia=AS4x52PEKIPRI&categoria=Lixeira%20com%20Abertura%20Superior>>. Acesso em: 17 ago 2019.

UNICEF. **Comunicado de Imprensa**. Unicef.org. 1 julho de 2019. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>>. Acesso em: 26 nov 2019.

Weather Spark. **Condições meteorológicas médias de Curitiba**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/29910/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Curitiba-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 16 ago 2019.

WEG. **Solar Energy Solutions**. Disponível em: <<https://www.weg.net/institucional/BR/pt/solutions/solar-energy>>. Acesso em: 26 ago 2019.

World Bank Group. **Emissões de CO2 Per capita**. Google Public Data. 1 Julho de 2018. Disponível em: <[https://www.google.com/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9\\_&ctype=l&strail=false&bcs=d&nselem=h&met\\_y=en\\_atm\\_co2e\\_pc&scale\\_y=lin&ind\\_y=false&rdim=region&idim=country: BRA: MEX&ifdim=region&tstart=-287442000000&tend=1511316000000&hl=pt&dl=pt&ind=false](https://www.google.com/publicdata/explore?ds=d5bncppjof8f9_&ctype=l&strail=false&bcs=d&nselem=h&met_y=en_atm_co2e_pc&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=region&idim=country: BRA: MEX&ifdim=region&tstart=-287442000000&tend=1511316000000&hl=pt&dl=pt&ind=false)>. Acesso em: 21 out 2019.