

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS EM ESCOLA PARTICULAR LOCALIZADA NA CIDADE DE CASCAVEL - PARANÁ

DALEFFE, Júlia Barbieri.¹
FROZZA, Janes Caciano.²

RESUMO

Com o passar dos anos e o desenvolvimento da construção civil, a preocupação em construir de forma sustentável aumentou como forma de retribuir ao meio ambiente todos os desgastes causados. Junto ao crescimento das construções sustentáveis encontra-se a necessidade de educar e entender o porquê e como preservar o meio ambiente. Com isso, a decisão de se adotar uma escola como objeto de estudo e análise, torna-se interessante. Sendo assim, foi proposta a construção sustentável em uma instituição de ensino fundamental para que, além de uma construção benéfica ao meio ambiente, esta sirva também como base para o ensino e conscientização das crianças fazendo-as entender melhor do que realmente se trata a sustentabilidade, bem como conhecer algumas medidas visando a sustentabilidade. O objetivo foi propor quatro soluções sustentáveis para uma instituição de ensino e avaliar sua possibilidade de implantação, analisando os possíveis benefícios e os locais e formas de implantação ou aprimoramento.

PALAVRAS-CHAVE: Construção sustentável, Implantação, Instituição de ensino

1 INTRODUÇÃO

O crescimento mundial da construção civil impõe a necessidade de aplicação de soluções sustentáveis objetivando preservar o meio ambiente em benefício das próximas gerações. De acordo com o Relatório de Brundtland (1987), o ser humano tem a capacidade de desenvolver a sustentabilidade para que seja possível suprir as necessidades do presente sem prejudicar as necessidades das gerações futuras. Apesar de antiga, a definição do relatório é a que melhor justifica a importância da utilização de soluções sustentáveis na engenharia civil.

De acordo com o CREA-PR (2012), é possível fazer sua parte em prol da sustentabilidade a partir da engenharia civil, como é o exemplo da Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Apucarana (AEAA), que visa colaborar com a sustentabilidade por meio de pequenas medidas realizadas na sede da unidade. É afirmado ainda, que o CREA-PR é signatário do Pacto Global (iniciativa proposta pela ONU - Organização das Nações Unidas para encorajar empresas a adotarem políticas de responsabilidade social corporativa e a sustentabilidade) desde 2009.

Tyler (2016), acredita que, para que a importância da sustentabilidade seja entendida, a seguinte pergunta deve ser feita: “Se todos fizerem o que eu faço, como o mundo irá acabar?”

¹Acadêmica do 8º Período de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. E-mail: julia_bdaleffe@hotmail.com

²Químico e Mestre em Educação Cultural e tecnologia. E-mail: cacianof@fag.edu.br

Juntamente com a pergunta básica para o entendimento de sustentabilidade, Tyler afirma que antes do início de uma construção é preciso pensar na comunidade.

Visando o desenvolvimento e o crescimento de ideias sustentáveis, é necessária a educação sobre a importância de tais ideias. A escola se torna uma ponte que conecta os alunos ao mundo sustentável, entretanto, para que princípios sustentáveis possam ser ensinados, a escola deve servir de modelo. De acordo com o manual Escolas Sustentáveis (2013), a estrutura física de uma escola sustentável deve ser dotada de conforto térmico e acústico, gestão eficiente de água e energia elétrica, destinação adequada dos resíduos produzidos durante a obra e, também, quando da utilização à qual a obra se destina.

Com tal ideia em mente, foi desenvolvido o tema que pretende avaliar a possibilidade de implantação de soluções sustentáveis na escola particular Passo Certo Growing, localizada na cidade de Cascavel – PR, por meio de estudo de casos já existentes na construção civil e analisando a estrutura física da escola.

Algumas empresas, mesmo não tendo um compromisso ambiental, estão se preocupando em minimizar ameaças ambientais com projetos que tornam possível que uma empresa capitalista possa proteger o meio ambiente, transformando, inclusive, as soluções ambientais em oportunidades de negócios (DONAIRE, 1999). A afirmação comprova que a preocupação ambiental da população faz com que as construções sustentáveis tornem-se atrativas, servindo até como marketing diferencial da empresa.

Soluções sustentáveis na construção civil podem resultar em grandes benefícios para o meio ambiente com a utilização de recursos naturais, como com a aplicação de geração alternativa de energia e a economia de água, por exemplo. A ideia de adequar a estrutura física de uma escola de ensino fundamental com soluções sustentáveis, dispõe, além dos benefícios imediatos ao meio ambiente, de benefícios futuros, uma vez que serve de exemplo aos alunos que dela fazem uso, por meio de um modelo de aprendizagem capaz de formar pessoas mais comprometidas com o meio ambiente.

A pesquisa foi realizada pelo levantamento de soluções sustentáveis eficientes já utilizadas em algum lugar do mundo e a sua aplicabilidade na escola particular Passo Certo Growing localizada na Rua Acre, nº1415, bairro Country, na cidade de Cascavel, Paraná.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Construir sustentavelmente significa aplicar em construções métodos que reduzam o impacto ambiental, diminuam o retrabalho e desperdício, garantindo qualidade do produto e conforto para o usuário. A construção deve contar ainda, com a redução de energia elétrica e reaproveitamento ou preservação da água. (FARES LEITE, 2011).

Segundo o ministério do meio ambiente (2018), as medidas sustentáveis podem ser adotadas para edifícios em construção assim como para aqueles já construídos, sendo os benefícios das medidas implantadas favoráveis para o equilíbrio do meio ambiente e, em alguns casos, para a instituição ou edifício no qual elas foram implantadas.

De acordo com a revista Techné (2017), o incremento de custo para tornar um empreendimento sustentável oscila entre 0% à 4% segundo o Green Building Council, já em outro levantamento realizado no Brasil essa taxa oscila entre 0,5% à 2%, portanto o baixo investimento contradiz o argumento de muitas construtoras que não investem em sustentabilidade.

As construções que buscam medidas sustentáveis vem se popularizando e crescendo em instalações modernas. Segundo eCycle (2018), foi desenvolvido em São Paulo uma escola pública com arquitetura inteligente, afim de utilizar a luz e calor natural de forma eficiente para reduzir o consumo de energia. A escola, que é representada na Figura 1, apresentou também, soluções eficazes para ruídos e acústica e tornou-se referência para a Vila Brasilândia, onde é localizada, recebendo certificado de alta qualidade ambiental (AQUA) da fundação Caros Alberto Vanzoline.

Figura 1- Escola pública sustentável em São Paulo



Fonte: eCycle(2018).

De acordo com Bettini, Silva e Gasparin (2018), em obras sustentáveis os engenheiros e arquitetos buscam utilizar a tecnologia ecológica, visando a economia de recursos naturais e de forma a beneficiar o meio ambiente.

2.2 EXEMPLOS DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

2.2.1 Cobertura Verde

Segundo Corsini (2011), o telhado verde pode ser instalado sobre lajes ou telhados convencionais, que recebem além da camada de impermeabilização e drenagem, a aplicação da vegetação pré-determinada em projeto. A aplicação deve ser feita na ordem especificada a seguir e conforme representada na Figura 2.

- a. Camada impermeabilizante: Protege a laje ou telhado contra infiltrações. Deve ser utilizada uma camada de impermeabilizante, cuidando com a escolha de qual impermeabilizante utilizar, pois o asfáltico, apesar de ser o mais vantajoso no quesito de custo, não é a solução mais indicada por poder causar fissuras, devido à dilatação e movimentações naturais da estrutura. Após a camada impermeabilizante, é colocada uma lona devidamente selada (VERGANA, PIPPI e BARBOSA, 2009).

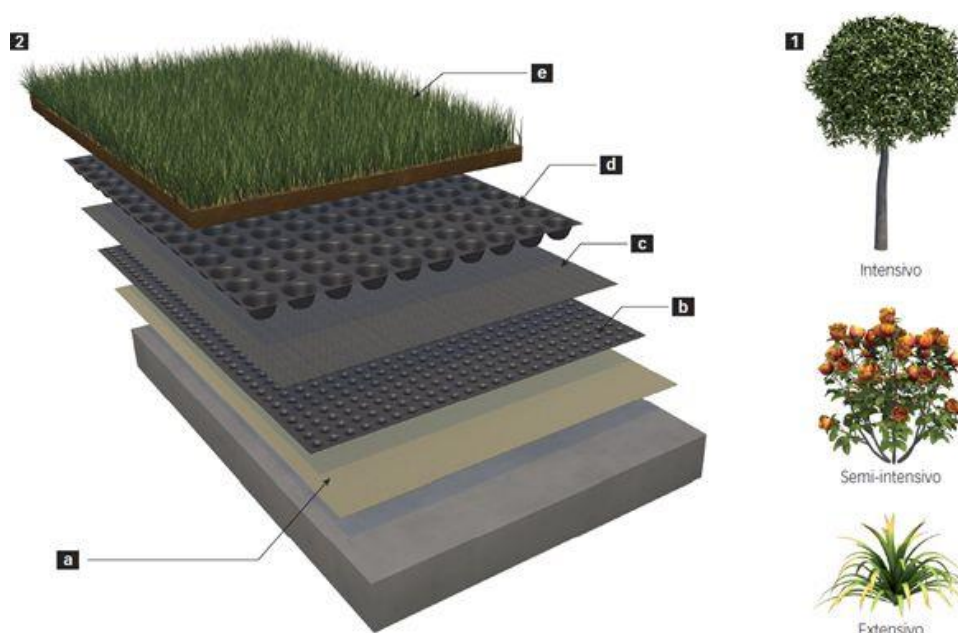
b. Camada de drenagem: Pode ser feita com a utilização de tijolos quebrados em pequenos pedaços, brita, argila expandida ou seixos de diâmetros similares. Essa camada tem como função dar vazão ao excesso de água no solo (VERGANA, PIPPI e BARBOSA, 2009).

c. Camada de filtração: Evita que a chuva arraste partículas de solo do telhado verde. Pode ser utilizada manta geotêxtil para tal função (VERGANA, PIPPI e BARBOSA, 2009).

d. Membrana de proteção contra a raiz: Substrato orgânico que contém os nutrientes necessários para a vegetação e controla o seu crescimento (VERGANA, PIPPI e BARBOSA, 2009).

e. Solo e vegetação: A vegetação colocada deve ser previamente definida em projeto e escolhida conforme estudos realizados no local, com o objetivo de utilização do telhado verde e as características locais (CORSINI, 2011).

Figura 2- Implantação de telhado verde



Fonte: CORSINI (2011).

De acordo com D'Elia (2009), em reportagem publicada pela revista *Téchne*, a utilização dos telhados verdes reduz a temperatura interna da edificação, podendo ajudar a controlar o efeito estufa, melhorar a qualidade do ar devido à fotossíntese e reduzir o escoamento de água pluvial para as vias públicas. A reportagem traz ainda a defesa do arquiteto Jörg Spangenberg, que afirma que a

temperatura da laje após a instalação do telhado verde diminui cerca de 15°C e que a implantação de coberturas em grande escala poderia diminuir 1°C ou 2°C da temperatura de grandes cidades.

2.2.2 Placas Solares

Segundo o engenheiro José Cleber da Cunha Lima (2011), há dois tipos de placas solares: o primeiro trata-se das placas mais escuras, que absorvem a luz do sol e transformam-na em calor, sendo utilizadas apenas para aquecimento, usualmente de água. O engenheiro traz ainda o segundo tipo de placa solar, que são aquelas capazes de transformar a radiação solar em eletricidade. Tal processo foi descoberto pelo físico alemão Hertz (1887), que explica que os fótons (partículas de luz solar) colidem com os átomos das placas, provocando deslocamento de elétrons, consequentemente, gerando corrente elétrica.

Para que a corrente elétrica obtida pela luz solar se transforme em energia elétrica, é necessária a utilização de um inversor de frequência, para que a energia produzida seja compatível com a rede elétrica de uma casa ou empresa (ENEL SOLUÇÕES, 2016).

De acordo com Andrade (2014), em publicação para o site SustentArqui, a escola primária dinamarquesa, que foi projetada para que os jovens se preocupassem desde cedo com o meio ambiente, é composta por painéis solares que transformam a energia do sol em energia elétrica, sendo elas organizadas de forma a otimizar a captação de luz solar. A escola conta ainda com métodos como telhado verde, captação de água da chuva, iluminação natural em alguns ambientes e estufas para o cultivo de plantas por crianças e professores. As placas fotovoltaicas são dispostas conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3- Placas fotovoltaicas



Fonte: SustentArqui (2014).

2.2.3 Captação da água da chuva

De acordo com Freitas (2018), apesar da abundância de água no planeta, a água doce disponível é bastante restrita, pois aproximadamente 97,61% da água do planeta é proveniente de águas oceânicas, 2,08% se encontram em calotas polares e geleiras, 0,29% águas subterrâneas, água salgada de lagos equivalem a 0,008%, água misturada ao solo 0,005%, vapor da água 0,009% e lagos e rios 0,00099%. Tal fato mostra que o problema mundial com água no meio ambiente não é a sua falta e sim a falta de água disponível para o consumo. Ainda que já existam métodos de dessalinização da água do mar ou para transformação do esgoto em água potável, são métodos muito caros e que demandam uma quantidade de energia muito grande.

Em matéria disponível na folha de São Paulo (2018), Sarah Khan afirma que a Cidade do Cabo, África do Sul, já está passando por uma drástica crise de água, na qual cada cidadão está restrito à utilização de 87 litros de água por dia. Tal fato comprova que a falta de água disponível para uso é real, e, se soluções para sua economia não forem tomadas, muitos outros países, inclusive o Brasil, poderão enfrentar o mesmo problema.

Uma forma simples e eficiente de preservar o uso da água é por meio do reaproveitamento da água da chuva. Segundo Gnadlinger (2018), a água da chuva que percorre as calhas pode ser

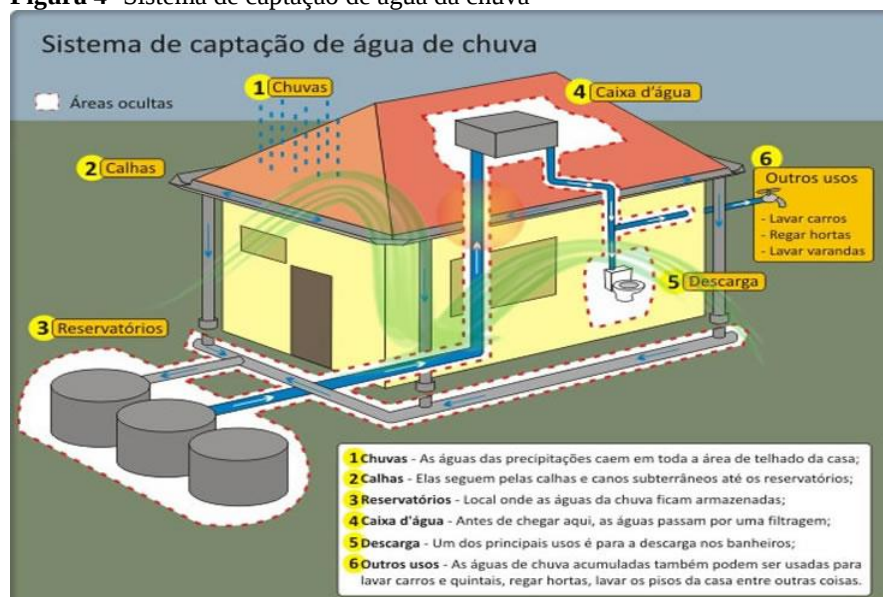
captada pela bica e levada até uma cisterna que fará o armazenamento. Esta deve ser totalmente fechada, para evitar evaporação e entrada de insetos. A cisterna pode ser construída com placas de cimento, concreto ou tijolos, e o seu tamanho depende da necessidade do local, sendo calculado pelo volume de água a ser utilizado.

De acordo com o site Aquasave (2018), a tecnologia de captação da água da chuva para uso não potável, como descarga, irrigação de jardim e lavagem de calçadas, por exemplo, é de origem alemã e a cisterna deve respeitar os requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR 15.527/2007. Segundo o site Ecocasa (2018), a norma exige os seguintes quesitos presentes na caixa d'água de armazenamento de água da chuva para que sua utilização seja possível:

- Filtro para água da chuva: Limpeza da água a partir da remoção de detritos (localizado fora da cisterna ou caixa d'água);
- Freio da água: Impede o turbilhonamento de partículas decantadas e oxigena a água do fundo do reservatório;
- Sifão Ladrão: Evita a entrada de odores e animais;
- Boia Sucção: Succiona a água na região mais limpa do reservatório.

A Figura 4 demonstra um esquema sucinto de como funciona a coleta e a distribuição da água da chuva.

Figura 4- Sistema de captação de água da chuva



Fonte: Fiburgo Filtos (2018).

2.2.4 Fachadas ventiladas

De acordo com Dutra (2018), as fachadas ventiladas são formadas pelo afastamento entre duas estruturas, criando uma cavidade de ar (de 10cm a 15cm de largura) por onde ocorre a ventilação contínua, sendo esse sistema, além do apelo estético, um ótimo proporcionador de economia da energia elétrica, conforto térmico e segurança e durabilidade.

Ainda em processo de crescimento no Brasil, o sistema de fachadas ventiladas tem eficiência comprovada há mais de 30 anos nos países do hemisfério Norte, contribuindo com o menor consumo energético, visto que o sistema pode reduzir as cargas de condicionamento artificial do ar (TÉCHNE, 2009).

Segundo o site AECWeb (2018), a nova tecnologia de fachadas ventiladas “KeraGail”, sistema com cerâmica estruturada em grande formato, é constituída por fixação de encaixe entre ranhuras na face posterior do painel cerâmico e perfis de alumínio. Portanto, a nova tecnologia não prejudica a estética da fachada. Ainda de acordo com o site, a fachada promete grande conforto térmico e acústico, e também a diminuição de infiltrações, podendo assim diminuir as patologias na obra. A Figura 5 representa um sistema de fachada ventilada realizada em obra.

Figura 5- Sistema de fachada ventilada



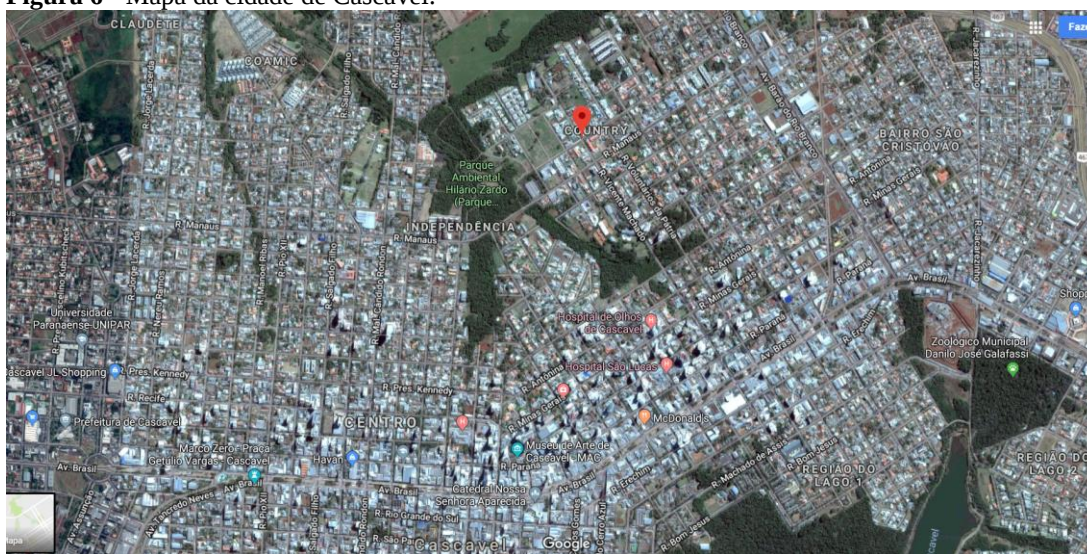
Fonte: Aecweb (2018).

*A imagem foi retirada do site Aecweb referente a uma construção que dispõe do sistema de fachada ventilada no edifício Brigadeiro em São Paulo.

3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma escola particular, localizada no bairro Country da cidade de Cascavel, Paraná, conforme representado na Figura 6 e 7. A escola dispõe de 80 funcionários e tem uma média de 450 alunos matriculados, mantendo funcionamento nos períodos matutino e vespertino. O prédio da escola dispõe de uma área de aproximadamente 4000m² construídos em um terreno de 4400m², contendo duas cantinas (uma no primeiro pavimento e uma no segundo pavimento), um refeitório para professores, duas quadras de esportes (uma delas coberta), anfiteatro, salas de aula tradicionais e salas de aula específicas (informática, robótica, ballet, artes, ginástica, judô, laboratório de ciências, biblioteca e brinquedoteca), duas salas de professores, três salas de coordenação e direção e, conta ainda com área coberta para dispersão e parques e área ao ar livre.

Figura 6 - Mapa da cidade de Cascavel.



Fonte: Google Maps (2018).

Quadro 1 - Questionário

1. Você sabe o que são ideias sustentáveis?
2. Assinale as ideias sustentáveis abaixo que você conhece:
() Telhado Verde.
() Placas fotovoltaicas.
() Coleta da água da chuva para reutilização em descargas e/ou lavagem de calçadas.
() Fachadas Ventiladas.
3. A aplicação de soluções sustentáveis na construção civil são métodos aplicados em uma instalação visando minimizar os desgastes ao meio ambiente. Com isso em mente, você acredita que soluções sustentáveis em uma estrutura escolar podem servir como exemplo para o aprendizado e educação ambiental das crianças? Comente brevemente sua resposta.
4. Você conhece alguma construção que adote soluções sustentáveis? Qual construção e qual a solução utilizada?
5. Você acredita que o investimento em soluções sustentáveis traria retorno financeiro para a escola Passo Certo Growing?
6. Se alguma das soluções sustentáveis acarretasse em mais responsabilidades para você, ainda assim você seria favorável à sua implantação?
() sim, com certeza
() sim, dependendo de quais responsabilidades
() não

Fonte: Autor.

Com a aplicação do questionário pôde-se verificar o conhecimento e interesse dos responsáveis pela escola em relação às soluções sustentáveis. Além disso, busca-se com o

questionário verificar se a implantação de tais soluções trará benefícios para a instituição no ponto de vista dos colaboradores e proprietários.

Após a análise da estrutura e com base na revisão bibliográfica realizada, foram definidas as soluções viáveis para a implantação na escola. Além disso, foram apresentados para a equipe escolar os projetos das soluções sustentáveis, assim como seus benefícios à escola.

A análise foi feita de forma a responder três quesitos, sendo eles: Quais são as ideias sustentáveis que podem ser aplicadas na escola, quais são as ideias sustentáveis já existentes na escola e no que estas ideias podem ser adequadas, visando uma melhoria e/ou ampliação das soluções já existentes.

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

O questionário foi aplicado à proprietários, equipe pedagógica, equipe financeira e administrativa, totalizando 10 colaboradores. Todos sabem o que são ideias sustentáveis e se mostram a favor da implantação na escola, acreditando ser vantajosa na educação das crianças e no retorno financeiro. Obteve-se 90% de respostas favoráveis à implantação de soluções sustentáveis mesmo que estas acarretassem aumento de responsabilidade. Os outros 10% se declararam favoráveis às implantações dependendo da responsabilidade a ser agregada. A pesquisa apontou que 100% dos entrevistados tem conhecimento da prática de coleta da água da chuva, 80% da aplicação do telhado verde, 90% da adoção de placas fotovoltaicas e 60% das fachadas ventilada.

Segunda a diretora pedagógica Katia Regina, as vivências sustentáveis no meio escolar leva os alunos a compartilharem soluções e ideias com seus familiares, estendendo o conhecimento ao número maior de pessoas. De acordo com a pedagoga Karla Taisa, quando os alunos visualizam as soluções sustentáveis, eles se envolvem mais, acreditando e defendendo as ideias.

Com o alto interesse da equipe escolar em soluções sustentáveis, foram realizadas visitas na escola para verificar a viabilidade de implantação das ideias propostas.

4.1 COBERTURA VERDE

Com base nos estudos foi constatado que a implantação de telhado verde é possível na instituição. Sendo analisado a estrutura escolar optou-se pela implantação de um novo conceito de

telhado verde, que tem os mesmos benefícios do convencional, porém com maior facilidade de aplicação para obras já concluídas.

A nova ideia de telhado verde foi proposta para instalação da construção da mini cidade da escola Passo Certo Growing, sobre o telhado da “Growing media”, radio da escola protegida acusticamente, porém com problema térmico com temperatura muito elevada. A proposta consiste na construção de uma estrutura em forma de tela metálica, deixando um espaçamento de 30cm sobre as calhas laterais para que seja possível a limpeza, visto que com chuva e vento a vegetação pode cair sobre o telhado. A vegetação optada foi a bougainvillea, levando em conta o aspecto estético. Esta será plantada na lateral da construção e seguirá o caminho da tela até o telhado.

Devido ao fato do telhado verde proposto ser em cima de um telhado de placas metálicas já existente e com um afastamento equivalente a diferença de altura entre o telhado e platibanda, não será necessária a impermeabilização da área.

A ideia proposta, e especificada anteriormente, será aplicada no local demonstrado nas Figuras 8 e 9 e cobrirá uma área de 15m².

Figura 8 – Local de aplicação do telhado verde.



Fonte: Autor.

Figura 9 – Fachada local de aplicação do telhado verde.



Fonte: Autor.

4.2 PLACA SOLAR

A avaliação de viabilidade de implantação das placas solares contou com a participação de algumas empresas. Dentre as empresas contatadas, a que se mostrou mais vantajosa foi a empresa Ilumisol e a partir disso foi realizado um estudo de viabilidade, avaliação de *payback* e, por fim, apresentação para os proprietários.

Com base na Fatura da Copel, representada na Figura 10, foi constatado que o consumo anual de energia na escola é de aproximadamente 56mil KWh. Diante disso as placas fotovoltaicas foram calculadas de forma a suprir o consumo.

Figura 10 – Fatura conta de luz.

[illegible]

Fonte: Copel (2018).

As placas tem como previsão a maior geração de energia nos meses de novembro à fevereiro (meses de maior incidência solar na região), sendo esses os meses de menor uso de energia na instituição (período que abrange as férias escolares), porém toda energia gerada tem disponibilidade de uso por 60 meses, ou seja, se uma grande quantidade de energia é gerada em fevereiro e não é inteiramente consumida, o equivalente de energia que sobrou é disponibilizado para a Copel que devolverá nos meses subsequentes, quando a geração de energia não for suficiente para atender a demanda. De acordo com o site da Copel, essa modalidade chama-se COMPENSAÇÃO DE ENERGIA DISTRIBUIDA, aprovada pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica em 2012. Somente neste ano o governo do Estado do Paraná, atendendo uma orientação do CONFAZ – Conselho Federal de Política Fazendária, passou a não tributar a energia compensada, o que tornou a modalidade mais atrativa. O Estado do Paraná foi o último Estado da Federação a adotar esse procedimento.

O sistema que utiliza placas fotovoltaicas tem por objetivo transformar a irradiação solar em energia elétrica e seu funcionamento se dá pelos itens representados na Figura 11, sendo o inversor

o responsável por transformar a energia gerada em corrente contínua para corrente alternada (adotada pela Copel).

Figura 11 – Itens placa fotovoltaica.



Fonte: Ilumisol (2018).

A empresa Ilumisol apresentou um orçamento total de R\$ 175.522,05 e realizou os cálculos de *payback* considerando que as placas fornecidas por ela tem duração de 25 anos. O cálculo da empresa baseou-se na energia consumida anual (KWh) multiplicado pela tarifa (0,75 reais por KWh) acrescido de uma previsão de aumento da ordem de 10% (reajuste médio anual adotado pela Copel nos últimos anos) para obter o valor que a escola deixará de pagar por ano de energia. O valor de economia com a fatura de energia é descontado do investimento (R\$ 175.522,05) ano a ano para analisar em quanto tempo o investimento passa dar retorno. O cálculo sinaliza um *payback* entre os anos 3 e 4, conforme mostra a Figura 12 (tabela elaborada pela Ilumisol).

Figura 12- Cálculo de *payback* pela Ilumisol.

Ano	Rendimento dos painéis	Geração anual de Energia (kWh/ano) considerando perda do rendimento dos painéis	Geração Acumulada de Energia (kWh)	% de reajuste médio anual de energia aprox.	Economia Gerada/ano - R\$ - (BxE)	Retorno do Investimento (R\$)	Economia acumulada (R\$)
1º	99.30 %	58.365	58.365	10%	48.150,77	-127.371,28	48.150,77
2º	98.60 %	57.956	116.321	10%	52.595,08	-74.776,19	100.745,85
3º	97.91 %	57.550	173.871	10%	57.449,61	-17.326,58	158.195,46
4º	97.23 %	57.147	231.018	10%	62.752,21	45.425,63	220.947,67
5º	96.55 %	56.747	287.766	10%	68.544,24	113.969,86	289.491,91
6º	95.87 %	56.350	344.116	10%	74.870,87	188.840,74	364.362,78
7º	95.20 %	55.956	400.072	10%	81.781,45	270.622,19	446.144,24
8º	94.54 %	55.564	455.636	10%	89.329,88	359.952,07	535.474,12
9º	93.87 %	55.175	510.811	10%	97.575,03	457.527,10	633.049,15
10º	93.22 %	54.789	565.600	10%	106.581,21	564.108,31	739.630,36
11º	92.56 %	54.405	620.005	10%	116.418,65	680.526,96	856.049,01
12º	91.92 %	54.025	674.030	10%	127.164,09	807.691,05	983.213,10

Fonte: Ilumisol.

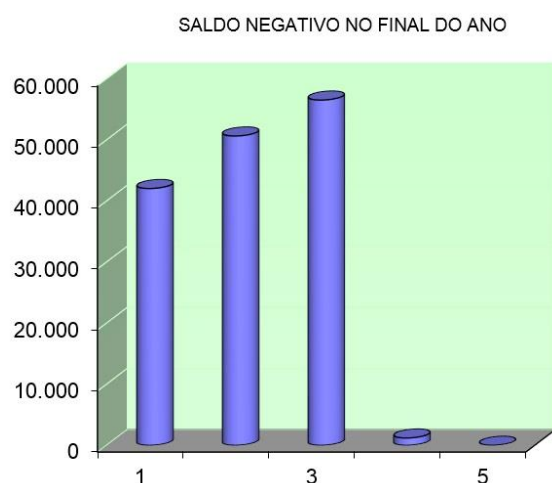
Com base nos estudos e na avaliação do orçamento feito pela Ilumisol, foi realizado pela autora uma tabela de cálculo de *payback* mensal, considerando o pagamento do valor total em 36 parcelas sem juros (proposto pela Ilumisol) para comparar com o cálculo demonstrado anteriormente, que considerou o pagamento a vista e sem remuneração de custo de capital investido.

O investimento será pago ao longo de 36 meses (3 anos), de forma parcelada, e a partir do 37º mês o retorno do investimento começará a ser obtido e o *payback* será verificado no 48º mês, conforme demonstra as Figuras 13 e 14. A diferença de meses entre o cálculo realizado pela empresa e o da autora se deu pelo fato da Ilumisol não considerar a capitalização do dinheiro quando o cálculo considerou o pagamento a vista.

Figura 13 – Cálculo de *payback* pela autora.

21	4.876	120	6.076	47.702	
22	4.876	120	5.386	47.312	
23	4.876	120	3.480	48.827	
24	4.876	120	3.174	50.649	
25	4.876	120	2.588	53.056	
26	4.876	120	4.283	53.769	
27	4.876	120	5.893	52.871	
28	4.876	120	4.978	52.889	
29	4.876	120	6.759	51.126	
30	4.876	120	3.408	52.714	
31	4.876	120	1.988	55.723	
32	4.876	120	5.296	55.422	
33	4.876	120	6.329	54.089	
34	4.876	120	5.610	53.474	
35	4.876	120	3.625	54.845	
36	4.876	120	3.306	56.534	Mês da última parcela
37	0	120	5.177	51.478	
38	0	120	7.029	44.569	
39	0	120	3.544	41.145	
40	0	120	2.067	39.198	
41	0	120	5.508	33.810	
42	0	120	6.582	27.348	
43	0	120	5.834	21.633	
44	0	120	3.770	17.983	
45	0	120	3.439	14.665	
46	0	120	2.804	11.981	
47	0	120	4.640	7.461	
48	0	120	6.384	1.197	Mês de payback
49	0	120	5.376	-4.059	

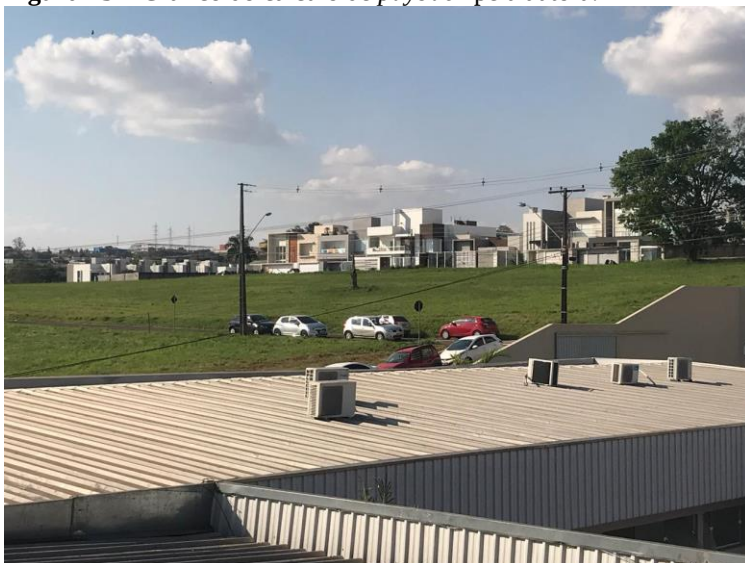
Fonte: Autor.

Figura 14 – Gráfico do cálculo de *payback* pela autora.

Fonte: Autor.

A proposta foi apresentada pela autora aos proprietários da escola, juntamente com a indicação do local da instalação das placas, conforme apresentado na Figura 15. Os proprietários se mostraram entusiasmados e aceitaram o projeto, cujo contrato com a Ilumisol foi firmado e contará com a implantação das placas com data prevista para dezembro de 2018.

Figura 15 – Gráfico do cálculo de *payback* pela autora.



Fonte: Autor.

4.3 CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA

Antes da análise do local a ideia era propor pontos de coletas de água da chuva para ser utilizada para fins não potáveis, sendo eles: descarga e jardinagem. Após análise do local e conversa com os responsáveis foi constatado que tal ideia sustentável já funcionada, ainda que parcialmente, na escola.

O reaproveitamento de água funciona com a captação da água da chuva pelas calhas que descem por tubulações até uma cisterna com capacidade de 20 mil litros. Acoplado à cisterna encontra-se um sistema de bombeamento para a caixa da água superior que repassa, por gravidade, a água para as descargas e torneiras reservadas à jardinagem.

A captação de água da chuva abrange hoje uma área de 700m² de telhado e existem mais 300m² de telhado que não possuem sistema de coleta de água para o reaproveitamento. Portanto, a proposta é de ampliação da solução existente por meio da utilização dos 300m² de telhado que ainda não são utilizados para captação de água. Tal proposta visa aproveitar o máximo de água da chuva que possa ser coletada.

4.4 FACHADA VENTILADA

As fachadas ventiladas tem grande eficiência térmica comprovada e vem sendo utilizada nas mais modernas construções. Apesar de seu grande desempenho, para a estrutura analisada a

instalação das fachadas ventiladas fica inviável, visto que seria necessário a mudança completa de toda a fachada já existente na instituição.

Por este motivo, optou-se por não implantar as fachadas ventiladas, considerando a solução mais adequada para novas instalações. Contudo uma solução encontrada, que ameniza a incidência de calor nos ambientes, foi a implantação do brise nas janelas. De acordo com Bonafé (2018), os brises barram a radiação solar antes que ela atinja o ambiente interno, reduzindo o calor, oferecendo melhor controle dos ganhos térmicos, iluminação natural adequada e ventilação.

A Figura 16 representa os brises que já foram implantados na escola Passo Certo Growing, após a aprovação dos proprietários. Mais brises estão sendo programados para implantação nas demais fachadas.

Figura 16– Brise.



Fonte: Autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho, constatou-se a importância de aplicação de soluções sustentáveis em construções escolares, colaborando com o meio ambiente e com a educação das gerações futuras.

A proposta inicial contemplou quatro soluções sustentáveis, que foram estudadas para averiguar a possibilidade de aplicação, demonstrando serem viáveis e benéficas à instituição de ensino. As ideias do telhado verde (contemplada em uma nova proposta) e as placas fotovoltaicas foram bem aceitas e já estão previstas as suas execuções. Por outro lado, a ideia de coleta de água da chuva, solução já adotada pela escola, teve sua ampliação aprovada pelos proprietários porém ainda não foi definido o cronograma de implantação. Os Brises, que entraram para substituir a ideia inicial de fachada ventilada, já foram aprovados pelos proprietários e sua instalação já foi iniciada.

É possível afirmar que o trabalho teve êxito uma vez que as soluções estudadas e propostas pela autora foram bem aceitas pelos proprietários e sua implementação já está acontecendo.

Com todos os dados obtidos e estudos realizados, pôde-se concluir que a pesquisa atingiu seus objetivos propostos, definindo soluções possíveis de aplicabilidade, bem como sua forma e local de implantação.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15527. “**Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.**” Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf>>, com acesso em: 18/03/2018.

ACQUASAVE. “**Sistema de aproveitamento de água da chuva**”. Disponível em: <<http://acquasave.com.br/en/>>, com acesso em: 18/03/2018.

AECWEB. “**Fachadas Ventiladas e brisas reduzem o consumo de energia em até 30%**”. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/fachadas-ventiladas-e-brises-reduzem-o-consumo-de-energia-em-ate-30_4597_0_0 >; com acesso em: 20/06/2018.

AECWEB. “**KeraGail Ali modernidade e qualidade em sistema das fachadas ventilada**” Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/keragail-alia-modernidade-e-qualidade-em-sistema-de-fachadas-ventiladas_6659_0_0>, com acesso em: 17/03/2018.

BETTINI, SILVA E GASPARINI. “**Engenharia sustentável: construir hoje para salvar o amanhã**”. Disponível em: < <http://magnusdomini.com.br/novo/wp-content/uploads/2017/11/31-ENGENHARIA-SUSTENTAVEL-CONSTRUIR-HOJE-PARA-SALVAR-O-AMANHÃ.pdf> >; com acesso em: 11/05/2018.

BONAFÉ, GABRIEL. “**Brises controlam incidência de luz e garantem conforto térmico à edificação**”. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/brises-controlam-incidencia-de-luz-e-garantem-conforto-termico-a-edificacao_9317_0_1>; com acesso em: 06/10/2018.

COPEL. **“Migro e Minigeração – “Sistema de compensação de energia elétrica”**. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FB57635122BA32D4B03257B630044F656>> ; com acesso em: 06/10/2018.

CORRÊA, LÁSARO ROBERTO. **“Sustentabilidade na construção civil”**. Disponível em: <<http://www.especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>> ; com acesso em: 11/05/2018.

CREA-PR. **“AEAA dá exemplo de sustentabilidade”**. Disponível em :< <http://www.crea-pr.org.br/ws/arquivos/1356>>; com acesso em: 04/05/2018.

DUTRA, HELENA. **“Fachadas ventiladas: opção sustentável, econômica e moderna”**. Disponível em: < <https://www.sienge.com.br/blog/fachadas-ventiladas/>>; com acesso em: 10/05/2018.

ECOCASA. **“Aproveitamento de água da chuva”**. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/aproveitamento-de-agua-de-chuva>>, com acesso em: 18/03/2018.

ECODESENVOLVIMENTO. **“Guia da construção Verde: Materiais Sustentáveis”**. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/dicas-e-guias/guias/2012/maio/guia-da-construcao-verde-materiais>>, com acesso em: 15/03/2018.

ECYCLE. **“Conheça tudo sobre construção sustentável”**. Disponível em: < <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/42-eco-design/2062-conheca-tudo-sobre-construcao-sustentavel.html>>; com acesso em: 10/05/2018.

ENEL SOLUÇÕES. **“Tudo sobre energia solar: Como funciona as placas solares”**. Disponível em: <<https://www.enelsolucoes.com.br/blog/2016/05/tudo-sobre-energia-solar-como-funcionam-as-placas-solares/>>, com acesso em: 16/03/2018.

FARES LEITE, VINICIUS. **“Certificação ambiental na construção civil – sistemas leed e aqua”**. Disponível em:< <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/76.pdf>> , com acesso em: 10/05/2018.

FARIAS, CAROLINE. **“Construção Sustentável”**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/ecologia/construcao-sustentavel/>> , com acesso em: 10/05/2018.

FREITAS, EDUARDO. **“Água Potável”**. Disponível em: <<https://brasile escola.uol.com.br/geografia/agua-potavel.htm>>, com acesso: 18/03/2018.

FRIBURGO FILTROS. **“Coleta de água da chuva”**. Disponível em: <http://www.friburgofiltros.com.br/coleta_agua_chuva.html>, com acesso em: 18/03/2018.

GNADLINGER. **“A contribuição de captação de água da chuva para o desenvolvimento sustentável do semi-árido brasileiro”**. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simposio/3simp_johann_acontribuicaodacaptacaodeaguadechuva.pdf>, com acesso em: 18/03/2018.

HEWAGE, Kasun; BIANCHINI, Fabricio. **“How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. Building and Environment”**, com acesso em: 16/03/2018.

INFRAESTRUTURA URBANA. **“Telhados Verdes”**. Disponível em:
<<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>, com acesso em: 15/03/2018.

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; GRIMME, F. W.; LAAR, M.; ASSUNÇÃO PAIVA, V. L.; TAVARES, S. **“Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics”**, com acesso em: 16/03/2018.

MANUAL ESCOLAS SUSTENTÁVEIS. Disponível em:
<http://pdeinterativo.mec.gov.br/escolasustentavel/manuais/Manual_Escolas_Sustentaveis_v%2005.07.2013.pdf>, com acesso em: 13/03/2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **“Construções sustentáveis”**. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/10317-eixos-tem%C3%A1ticos-constru%C3%A7%C3%B5es-sustent%C3%A1veis>>, com acesso em: 10/05/2018.

MUNDO ESTRANHO. **“Como funciona a placa solar?”**. Disponível em:
<<https://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/como-funciona-a-placa-solar/>>, com acesso em: 16/03/2018.

RELATÓRIO DE BRUNDTLAND. **“Our Common Future”**. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>, com acesso em: 13/03/2018.

SARAH KHAN. **“Seca pode deixar Cidade do Cabo, África do Sul, sem água em abril”**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mundo/2018/01/1951799-seca-pode-deixar-cidade-do-cabo-na-africa-do-sul-sem-agua-em-abril.shtml>>, com acesso em: 18/03/2018.

SCHMID; NASCIMENTO. **“Coberturas Verdes na Região Metropolitana de Curitiba”**. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A1889.pdf>>, com acesso em: 16/03/2018.

SOUZA; SILVA. **“Aproveitamento da energia solar na iluminação pública de Florianópolis”**. Disponível em: <<file:///C:/Users/OITO/Desktop/22-22-1-PB.pdf>>, com acesso em: 17/03/2018.

SUSTENTARQUI. **“Arquitetura Sustentável em escola primária na Dinamarca”**. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/construcao/arquitetura-sustentavel-em-escola-dinamarca/>>, com acesso em: 17/03/2018.

TECHIO, GONÇALVES, COSTA. **“Social Representation Of Sustainability In Civil Construction Among College Students”**. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2016000200187&lang=pt#B13>, com acesso em: 16/03/2018.

TÉCHNE. **“Fachadas respirantes”**. Disponível em: < <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/144/fachadas-respirantes-fachadas-ventiladas-combinam-funcoes-esteticas-com-bom-287636-1.aspx>>, com acesso em: 10/05/2018.

TECHNÉ. **“Sustentabilidade ao alcance”**. Disponível em:
<<https://techne.pini.com.br/2017/06/editorial-sustentabilidade-ao-alcance/>>; com acesso em:
11/05/2018.

TYLER. **“The Importance of Sustainable Construction”**. Disponível em: <<https://esub.com/the-importance-of-sustainable-construction/>>, com acesso em: 13/03/2018.

VERGARA; PIPPI; BARBOSA. **“Aplicação de telhado verde como projeto de edificações residenciais”**. Disponível em:
<http://www.infohab.org.br/encac/files/2009/ENCAC09_0962_970.pdf>, com acesso em:
16/03/2018.