



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Agelles Alves Arraes

IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA: um estudo em Palmas - TO

Palmas – TO

2016

Agelles Alves Arraes

IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PARA
POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA: um estudo em Palmas - TO

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II) do curso de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr^a Angela Ruriko Sakamoto

Palmas – TO

2016

Agelles Alves Arraes

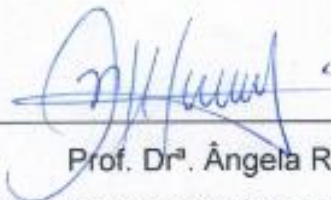
IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL
PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA: um estudo em Palmas - TO

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II) do curso de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

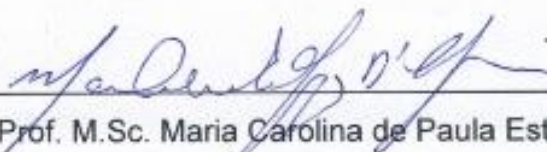
Orientador: Prof. Dr^a. Angela Ruriko Sakamoto

Aprovada em 14 de Junho de 2016.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr^a. Ângela Ruriko Sakamoto
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. M.Sc. Maria Carolina de Paula Estevam D'Oliveira
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Esp. VALCYR CRISÓSTOMO
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2016

RESUMO

ARRAES, Agelles Alves. **IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA: um estudo em Palmas – TO.** 2016, 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2016.

Este estudo teve por objetivos: elaborar um projeto para implantar um Sistema Fotovoltaico em um condomínio residencial para população de baixa renda; identificar soluções de sistemas fotovoltaicos disponíveis no mercado e em Palmas, Tocantins; comparar o projeto fotovoltaico com projeto de energia convencional, em termos de custos e eficiência; e, verificar tanto a eficiência quanto os custos de cada alternativa. Para isso, foram elaborados cenários possíveis para o projeto elétrico para o condomínio (compreendido em 20 casas), de população de baixa renda com a integração com sistema fotovoltaico e identificar os requisitos para a liberação de créditos de carbono. Para a fase de análise foram realizadas as simulações técnicas e de custo para o projeto elétrico usando a abordagem convencional, uso exclusivo do sistema fotovoltaico e uma terceira abordagem mesclando alternativas sustentáveis. Após as análises, verificou-se que o custo de instalação do sistema fotovoltaico obtido pela empresa A é de cerca de 20,75% mais barato do que com uso de energia convencional se comparado ao longo de 25 de utilização. Serão adotados boilers como alternativa para reduzir o custo, visto que é possível também encontrar valores mais brandos no mercado brasileiro. Atualmente é inviável obter créditos de carbono através do condomínio devido aos custos para obtenção e longo prazo. Como sugestão para trabalhos futuros além de alternativas para deixar o custo de implantação do sistema fotovoltaico mais barato, fazer o acompanhamento do mercado para que em breve o mercado de crédito de carbono se torne acessível para pequenas empresas.

Palavras – chave: sistema fotovoltaico; projeto elétrico; crédito de carbono.

ABSTRACT

ARRAES, Agelles Alves. **IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA: um estudo em Palmas – TO.** 2016, 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2016.

The objectives of this study were: to elaborate a project to deploy a photovoltaic system in a residential condominium to the low income population; to identify photovoltaic systems solutions available in the market and in Palmas, Tocantins; to compare the photovoltaic project with conventional energy project, in terms of cost and efficiency; and, check both the efficiency as the costs of each alternative. To this, possible scenarios were developed for the electrical design for the condominium (understood in 20 houses), the low-income population with integration with photovoltaic system and identify the requirements for the liberation of carbon credits. For the analysis phase were carried out the technical and cost simulations for electrical design using the conventional approach, the exclusive use of the photovoltaic system and a third approach merging sustainable alternatives. After analysis, it was found that the cost of installation of the photovoltaic system obtained by the company A is about 20,75% cheaper than conventional energy use compared over of 25 years of use. Will be adopted boilers as an alternative to reduce the cost, since it is also possible to find values more lenient in the Brazilian market. It is currently impractical to obtain carbon credits through the condominium because of the costs for obtaining long term. As a suggestion for future work as well as alternatives to leave the cost of deployment of photovoltaic system cheaper, do the follow up of the market for that soon the carbon credit market becomes accessible for small businesses.

Keywords: photovoltaic system; electrical design; carbon credit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 (a) Matriz energética brasileira e (b) Matriz de energia elétrica	5
Figura 2 – Desenvolvimento Sustentável: representações	11
Figura 3 – Classificação do fornecimento de energia.....	13
Figura 4 – Geração de energia elétrica autônomo	14
Figura 5 – Geração de energia elétrica conectado à rede pública de energia	15
Figura 6 – Ciclo do Projeto de MDL	21
Figura 7 - Planta Baixa sem escala.....	28
Figura 8 – Radiação solar em Palmas –TO.....	30
Figura 9 - Orçamento da lista de materiais para instalação elétrica convencional	32
Figura 10 - Crédito de Carbono.....	44
Figura 11 - Crédito de Carbono.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Eficiências das células fotovoltaicas de filmes finos.....	16
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAEEL	Atlas de Energia Elétrica do Brasil
ASIF	Associação da Indústria Fotovoltaica
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CGS	Filme Fino Multicristalino sobre Cristal
CIB	Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
GEE	Gases do Efeito Estufa
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPI	Imposto sobre Produto Industrializado
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
NEI	Núcleo de Empreendedorismo e Inovação
OCB/TO	Organização das Cooperativas Brasileiras
ONU	Organização das Nações Unidas
PROICT	Programa de Iniciação Científica e Tecnológica
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
SESCOOP	Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo
SFCR	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
PB	Paraíba
TON.	Tonelada

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau Celsius
CdTe	Telureto de Cádmió
CH ₄	Metano
CIS	Disseleneto de Cobre-Indio
CO ₂	Dióxido de Carbono
H	Hora
HP	<i>Horse Power</i>
KW	<i>Quilowatt</i>
m	Metro
N ₂ O	Óxido Nitroso
Si-a	Silício Amorfo
W(p)	Watt-pico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	Problema de Pesquisa	6
1.2	Hipóteses	7
1.3	Objetivos	7
1.3.1	Objetivo Geral	8
1.3.2	Objetivos Específicos	8
1.4	Justificativa	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Construção Sustentável	10
2.2	Eficiência Energética	12
2.3	Sistema Fotovoltaico	13
2.3.1	Geração de energia Elétrica Autônomo	14
2.3.2	Geração de energia Elétrica conectado à rede pública de energia...	14
2.3.3	Tipos de células Fotovoltaicas	15
2.4	Crédito de Carbono	18
2.4.1	Protocolo de Kyoto	19
2.4.2	O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	20
2.4.3	O mercado de Crédito de Carbono	22
3	METODOLOGIA	24
3.1	Desenho do Estudo	24
3.2	Objeto do Estudo	24
3.3	Local e Período de Realização da Pesquisa	25
3.4	Instrumentos de coleta, estratégias de análise e apresentação dos dados	25
4	ANÁLISE E DISCUSSÕES	28
4.1	Concepção do Projeto Elétrico	28
4.2	Consumo	29
3	Radiação Solar	30
4.4	Análise	31
4.4.1	Projeto Convencional	31
4.4.2	Sistema Fotovoltaico	33

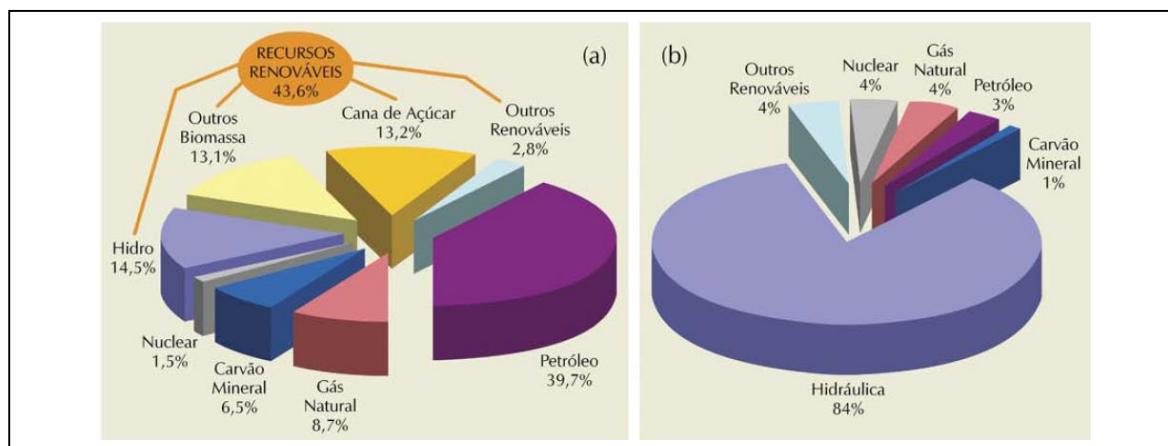
4.4.3 Alternativas Sustentáveis	34
4.4.4 Projeção Geral para o Condomínio	35
4.4.5 Liberação para Crédito de Carbono	36
5 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICE	43
ANEXO	44

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos climáticos observados nos últimos tempos tem sido um dos fatores cruciais no setor da construção civil. A partir disso, estudos científicos vem apresentando resultados com a dimensão desses impactos ambientais decorrentes dessa atividade, favorecendo cada vez mais a busca por alternativas de construção. As mudanças podem ser notadas no setor da construção civil voltada para habitação, setor este que vem cada vez mais se destacando com consumidores dispostos a promover a economia de baixa emissão de carbono. Logo, há espaço para empresas passarem a oferecer ao consumidor alternativas com potencial cada vez menor de emissões de gases de efeito estufa e geração de poluentes, iniciando um processo de mudança cultural, em relação às formas de habitar um imóvel.

A figura 1a apresenta a estrutura da matriz de oferta de energia primária brasileira e a figura 1b a empregada na produção de eletricidade. A queima de combustíveis fósseis responde por grande parte da demanda de energia no setor de transporte e atende a cerca de 40% da energia utilizada no setor agropecuário brasileiro causando a contribuição mais importante em emissão de gases do efeito estufa (CO₂) no Brasil (PEREIRA et al., 2006).

Figura 1 (a) Matriz energética brasileira e (b) Matriz de energia elétrica



Fonte: Pereira et. al (2006).

No Brasil a energia hidráulica é a principal fonte de energia para geração de eletricidade. Apesar de ser considerada uma fonte renovável e limpa, as usinas hidroelétricas produzem um impacto ambiental ainda não avaliado adequadamente, devido ao alagamento de grandes áreas cultiváveis (STIVARI, 2005). Estudos mostram que gases do efeito estufa, principalmente o metano (CH₄), são emitidos

para atmosfera em consequência de processos de degradação anaeróbica da matéria orgânica que ocorrem em áreas alagadas (FEARNSIDE, 2005). Desta forma, já estão praticamente esgotadas nos principais centros consumidores do País as principais bacias hidrográficas brasileiras com capacidade de geração hidroelétrica de alta densidade energética.

A utilização da energia solar traz benefícios a longo prazo para o país, viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas onde o custo da eletrificação pela rede convencional é demasiadamente alto com relação ao retorno financeiro do investimento, regulando a oferta de energia em períodos de estiagem, diminuindo a dependência do mercado de petróleo e reduzindo as emissões de gases poluentes na atmosfera como estabelece a Conferência de Kyoto (PEREIRA e COLLE, 1997). Existe um grande leque de possibilidades a médio e longo prazo para aproveitamento dessa abundante forma de energia renovável, que vai desde pequenos sistemas fotovoltaicos autônomos até as grandes centrais que empregam energia solar concentrada, ou a sistemas de produção de hidrogênio para utilização em células de combustível para a produção de trabalho com emissão zero de CO₂.

Uma habitação sustentável contempla entre outros aspectos a eficiência energética que consiste em proporcionar a redução do consumo de energia em todo o ciclo de vida de uma habitação utilizando fontes alternativas como energia solar. Ainda hoje há dúvidas em relação à reputação e a qualidade dos produtos e serviços sustentáveis porque confundem sustentabilidade com ecologia, sem garantia de qualidade, rusticidade etc. Além de pensarem que tudo que é sustentável é mais caro e não tem ampla oferta de mercado, e também por desconhecerem os critérios que os tornam verdes.

Neste contexto, este projeto de pesquisa tem como objetivo elaborar um projeto para implantar um sistema fotovoltaico em um condomínio residencial para população de baixa renda com condições de obter certificação e crédito de carbono. Ao abordar este tema espera-se explorar as dificuldades e os desafios que o mercado de Palmas vivencia para implementar o uso de fontes alternativas de energias, principalmente para o público de baixa renda.

1.1 Problema de Pesquisa

De acordo com o presidente da União de Movimentos de Moradia do Tocantins, Aldemário Alves dos Santos, o Tocantins possui um déficit habitacional de 93.000

moradias, dado divulgado pelo estado (CONEXÃO, 2014). Há necessidades e carências não atendidas no setor de habitação, gerando críticas em relação às moradias mesmo com o programa do Governo Federal, Minha Casa Minha Vida.

As fontes de energia alternativa ainda têm uma participação incipiente na matriz energética brasileira, somente a energia solar térmica para aquecimento de água tem despertado interesse no mercado nacional, principalmente para o emprego entre as classes A e B da sociedade, na indústria e nos serviços de hotelaria (PEREIRA et al., 2006).

Em diversas cidades do Brasil já há leis de incentivo com a finalidade de uso de energia solar fotovoltaica em residências. De acordo com Soares & Rodrigues (2010) estas leis tentam criar incentivos como descontos no IPTU ou permitem que recursos estaduais sejam utilizados na construção de obras sustentáveis. A cidade de Campina Grande (PB) que dá um desconto de 15% no IPTU de quem possui sistemas de energia solar. Então se questiona: Quais são os desafios para a implantação de energia solar em edificações urbanas, para população de baixa renda, em Palmas – TO?

1.2 Hipóteses

As hipóteses iniciais identificadas para este projeto de pesquisa são:

- H1: O sistema fotovoltaico é pouco usado em residências dado que o investimento inicial é alto em equipamentos e instalações, quando comparado com os sistemas convencionais.
- H2: Há falta de conhecimento técnico para projeto e implantação de um sistema fotovoltaico eficiente, com tendência ao sub ou superdimensionamento das instalações.
- H3: A pouca divulgação dos ganhos de eficiência e conhecimento geral da população inibem a sua adoção.

1.3 Objetivos

Os objetivos gerais e específicos estabelecidos como norteadores deste projeto são apresentados a seguir.

1.3.1 Objetivo Geral

Elaborar um projeto para implantar um Sistema Fotovoltaico em um condomínio residencial para população de baixa renda.

1.3.2 Objetivos Específicos

Ao focar o estudo de alternativas de soluções para sistemas fotovoltaicos, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Identificar soluções de sistemas fotovoltaicos disponíveis no mercado e em Palmas;
- Comparar o projeto fotovoltaico com projeto de energia convencional, em termos de custos e eficiência; e,
- Verificar tanto a eficiência quanto os custos de cada alternativa.

1.4 Justificativa

Os métodos construtivos sustentáveis disponíveis para a construção civil adquirem certificação verde através de ferramentas que ajudam na avaliação da sustentabilidade de um projeto, além de que não poluem, não são tóxicos e ainda são benéficos para o meio ambiente.

Por meio das atuais exigências por parte do consumidor, este cada vez mais se mostra interessado nas propostas que contemplem critérios de sustentabilidade, assim o mercado observa a necessidade de investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias verdes, criando uma saudável competição entre as empresas, que impactam diretamente o meio ambiente.

Para tanto, este projeto avalia os desafios para a implantação de um sistema fotovoltaico em um condomínio voltado para população de baixa renda, com a participação ativa dos moradores e parceiros no processo de construção. Este projeto investiga as alternativas modernas de soluções fotovoltaicas e propõe um projeto para sua instalação, contrapondo com um projeto elétrico convencional para um condomínio de 20 habitações. Além disso, é investigado os requisitos para obter o crédito de carbono na construção civil, de forma a possibilitar a adesão de parceiros interessados em cooperar com a integração e regional e promoção de eficiência energética. A não geração de energia poluente (energia limpa) pode atrair como parceiros as indústrias instaladas no Tocantins, como a GRANOL e BUNGE, que

empregam ações sustentáveis como forma de reduzir os impactos ambientais gerados na região, podendo comprar os créditos de carbono gerados pelo condomínio.

Portanto, este projeto investigou o uso de soluções fotovoltaicas modernas e instanciá-las para beneficiar a população de baixa renda e explorou os desafios para sua implantação. Este projeto se integra as iniciativas do Núcleo de Empreendedorismo e Inovação (NEI) e do Projeto “Redes De Colaboração e a Construção Civil Para População de Baixa Renda do Tocantins” do Programa de Iniciação Científica (PROICT) do Ceulp/Ulbra.

Ao abordar o conceito de energias renováveis para população de baixa renda em cooperação com a universidade, empresas e ONG's é possível promover a inclusão social, ao dar acesso à tecnologia e informá-los dos ganhos para o meio ambiente. Além disso, a participação ativa e cooperativa dos interessados promove ao resgate de auto estima e induz a quebra do paradigma do clientelismo / paternalismo do Estado, por ser algo construído e conquistado pelos próprios beneficiados.

As vantagens de uma edificação sustentável são muito atraentes do ponto de vista socioambiental pois gera benefícios, tais como: a redução do uso de recursos naturais, redução de poluição, o desenvolvimento da economia local e contribuir para a eficiência no uso de recursos financeiros na construção, além da valorização do imóvel pelo mercado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para realizar os objetivos desta pesquisa foram tomados os seguintes temas: a construção sustentável, eficiência energética, sistemas fotovoltaicos e crédito de carbono.

2.1 Construção Sustentável

O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) define a construção sustentável como “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2002, p.8).

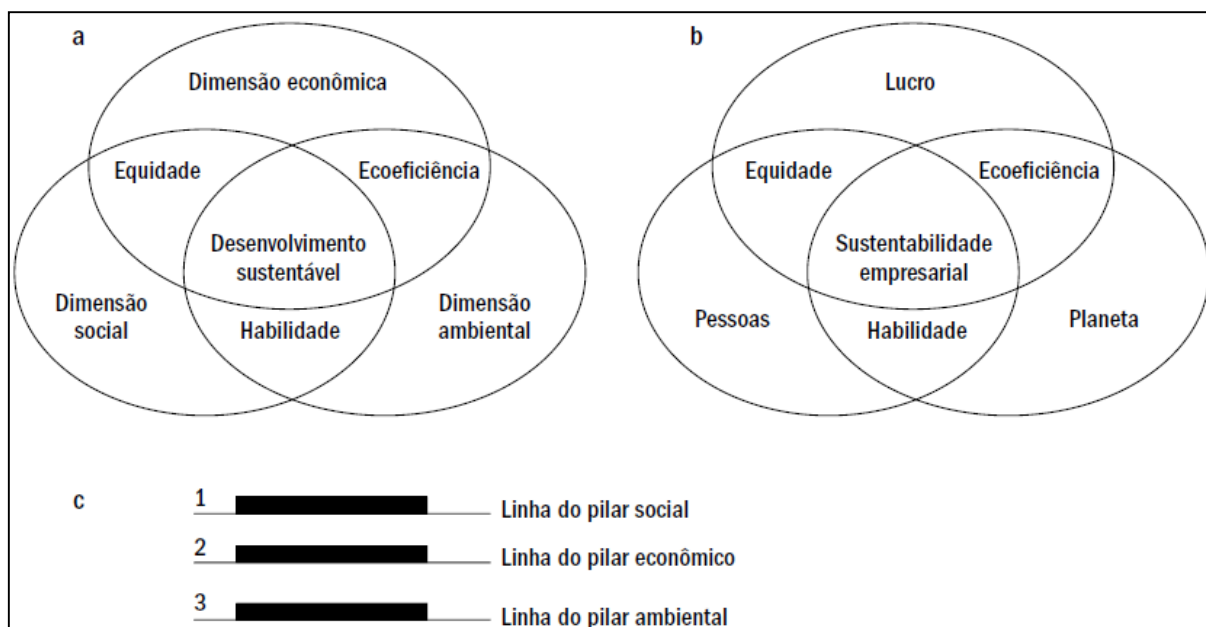
Segundo o Conselho Internacional para Pesquisa e Inovação em Construção (*International Council for research and innovation building and construction*) (1999), a Construção sustentável é uma contribuição para a redução da pobreza e aumento das condições para uma vida digna.

Uma construção durante todas suas etapas construtivas consome energia, gera resíduos, de materiais e produtos, gera renda e impostos, além de emitir gás carbônico na atmosfera. Logo é de grande importância fazer uso de métodos construtivos sustentáveis. Entre as vantagens de construir sustentavelmente estão diretamente relacionadas com a redução do impacto ambiental, menos retrabalho e desperdício, garantia da qualidade da edificação para o usuário final, proporcionando reduções nos consumos como energia e água, contratação de mão de obra e uso de materiais produzidos formalmente.

A partir disso, faz-se necessário pensar em conjunto em relação sobre os fatores econômico, social e ambiental, pois assim levará de fato a sustentabilidade. A Figura 2a representa as três dimensões da sustentabilidade em termos gerais, já amplamente conhecida; a Figura 2b é uma representação específica para as empresas, na qual a dimensão econômica é representada pelo lucro, condição necessária para a sua continuidade ao longo do tempo (BARBIERI et al. 2010). A Figura 2c é a representação do modelo *triple bottom line*, desenvolvido por John Elkington. Esse modelo enfatiza a necessidade de empreender uma gestão para obter resultados econômicos, sociais e ambientais positivos, que esse autor denomina linhas dos pilares da sustentabilidade. “A ecoeficiência é uma prática que se dá entre as linhas dos pilares econômicos e ambientais. Isso implica desenvolver bens e

serviços que satisfaçam as necessidades humanas a preços competitivos e que reduzam progressivamente os impactos ambientais” (ELKINGTON, 2001, p. 82).

Figura 2 – Desenvolvimento Sustentável: representações



Fonte: Barbieri (2010).

Logo, o aproveitamento da energia solar e água de chuva, utilização de ventilação e luz natural são boas práticas sustentáveis que estão relacionadas com os três campos. A utilização da energia solar não deve ser vista somente como retorno de investimento capital, mas também como forma de contribuir para a conservação do meio ambiente e agregar valor social.

De acordo com Valente (2009), o fator econômico está relacionado a taxa de juros, estas por sua vez incentivam os investimentos de capital em longo prazo, bem como custos operacionais e de manutenções. O retorno sobre os investimentos de capital de energia e água tornam-se mais favoráveis a cada ano que passa e com isso acabam agregando valores aos edifícios através da economia gerada ao longo do tempo (VALENTE, 2009).

Quase todas as fontes de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre

determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (ANEEL,2002).

A energia solar se caracteriza como inesgotável - e é considerada uma alternativa energética muito promissora para enfrentar os desafios da expansão da oferta de energia com menor impacto ambiental (BRASÍLIA, 2015).

As vantagens da energia solar, ficam evidentes, quando os custos ambientais de extração, geração, transmissão, distribuição e uso final de fontes fósseis de energia são comparadas à geração por fontes renováveis, como elas são classificadas (BRASÍLIA, 2015).

2.2 Eficiência Energética

Todos trabalhos desenvolvidos em uma sociedade moderna só são possíveis com o uso intensivo de uma ou mais formas de energia. Segundo Construção (2015), dentre as diversas formas de energia interessam, em particular, aquelas que são processadas pela sociedade e colocadas à disposição dos consumidores onde e quando necessárias, tais como a eletricidade, a gasolina, o álcool, óleo diesel, gás natural, etc. Uma lâmpada incandescente comum tem uma eficiência de 8% (ou seja, 8% da energia elétrica usada é transformada em luz e o restante aquece o meio ambiente). A eficiência de uma lâmpada fluorescente compacta, que produz a mesma iluminação, é da ordem de 32%.

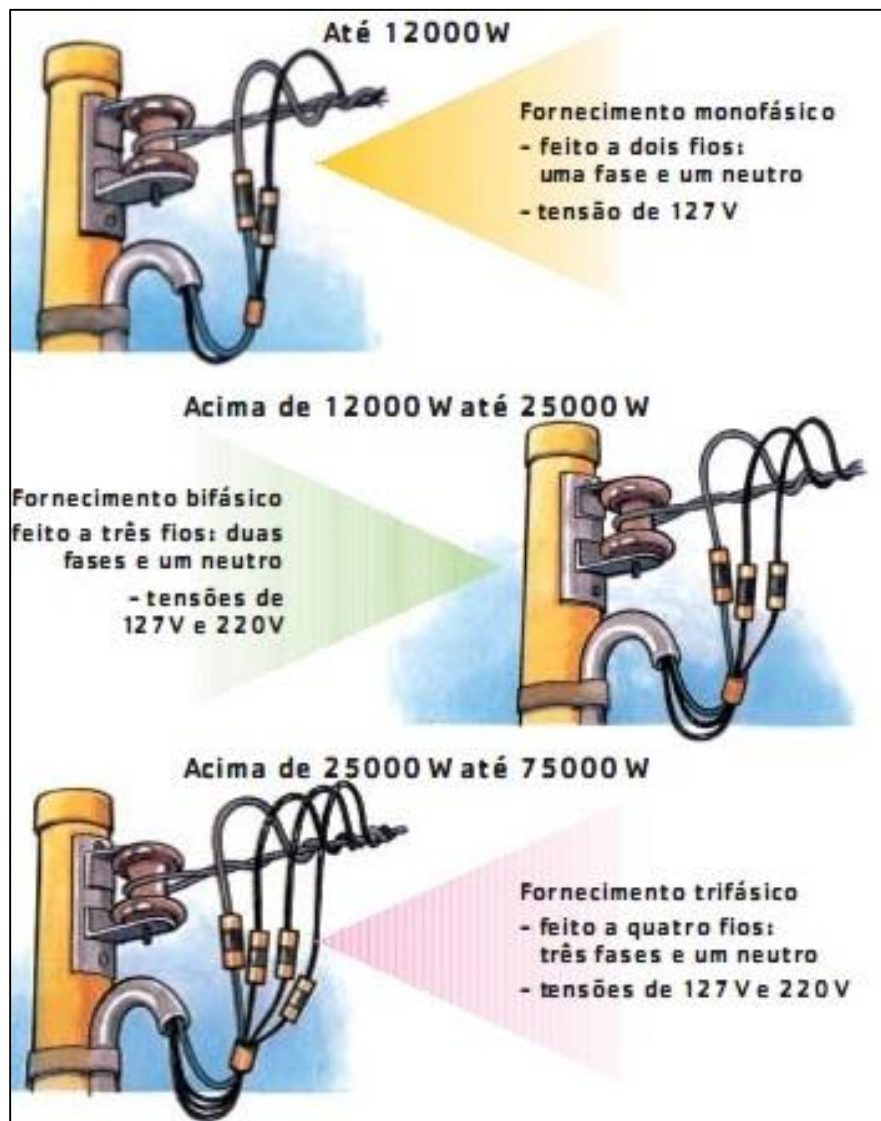
Ao alcançar a eficiência energética ao mesmo tempo obtém-se a redução dos custos e dos impactos ambientais locais e globais. Existem várias formas de aumentar a eficiência do uso da eletricidade em residências unifamiliares, uma delas é a partir do projeto arquitetônico ou com a instalação de equipamentos com alta eficiência.

A energia elétrica é uma das fontes mais consumidas nas residências brasileiras e boa parte dela aplicada nos chuveiros elétricos. Esta energia abastece com banho quente cerca de 31.000.000 famílias brasileiras equivalente a 35% da energia produzida por Itaipu (MARIOTONI, 2006).

Em uma instalação elétrica residencial, os circuitos correspondem às saídas dos disjuntores, sendo que estes são alimentados pelos barramentos do quadro de elétrica. Na figura 3 podemos observar que se o disjuntor for unipolar, o circuito será monofásico. Se o disjuntor for bipolar, o circuito será bifásico. No caso de circuitos monofásicos, é necessário ter um fio neutro exclusivo para cada circuito. O sistema

de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica em corrente alternada é um sistema trifásico (MURATORI; BÓ, 2015).

Figura 3 – Classificação do fornecimento de energia.



Fonte: Prysmian Energia Cabos e Sistemas do Brasil (2006).

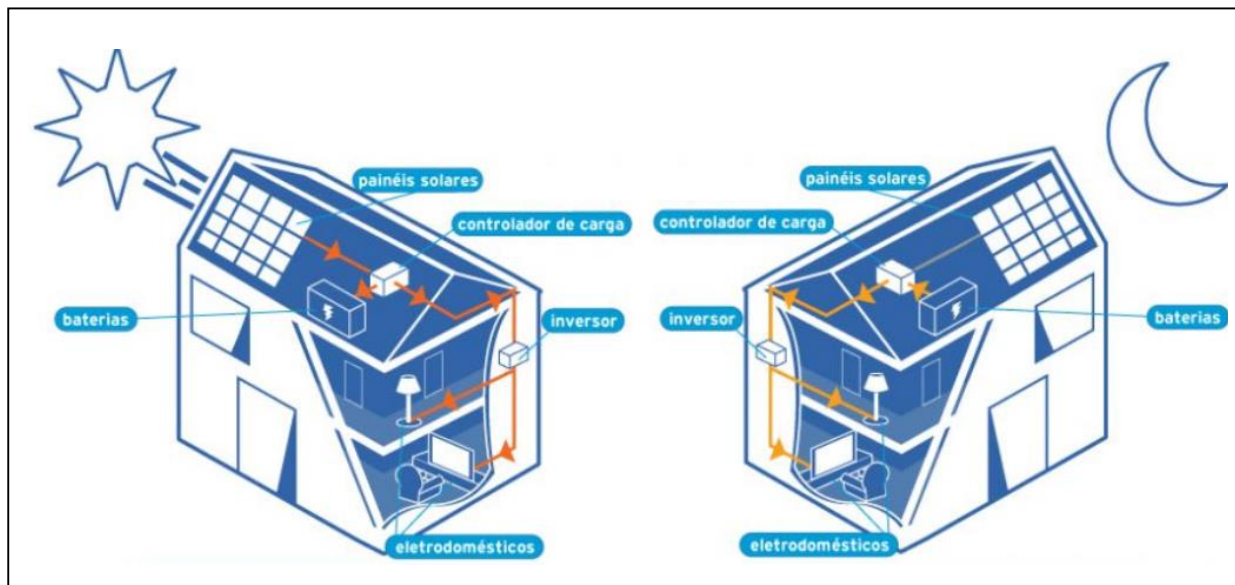
2.3 Sistema Fotovoltaico

Em uma básica definição, sistema fotovoltaico é um conjunto integrado de módulos fotovoltaicos e outros componentes, projetado para converter a energia solar em eletricidade (MAYCOCK, 1981; TREBLE, 1991). As células fotovoltaicas disponibilizadas comercialmente são elaboradas à base de silício monocristalino, policristalino e amorfo, mas também há células fabricadas com outros materiais, como o disseleneto de cobre-indio (CIS) e telureto de cádmio (CdTe).

2.3.1 Geração de energia Elétrica Autônomo

Como dito anteriormente, a energia solar pode ser convertida diretamente em energia elétrica, na figura 4 apresenta-se uma breve descrição de como ocorre a geração de energia elétrica por meio de sistema de energia fotovoltaico autônomo (MEDEIROS; NARDI, 2012).

Figura 4 – Geração de energia elétrica autônomo



Fonte: ECO CASA – Tecnologias Ambientais (2015).

Durante o dia, os painéis produzem eletricidade e carregam as baterias do sistema. O controlador de carga é o responsável por otimizar a carga e a descarga das baterias conforme o consumo elétrico e a geração fotovoltaica. Logo, na ausência do sol, todo o consumo elétrico será abastecido pelas baterias, que devem ser dimensionadas de acordo com a autonomia e demanda de energia desejadas (ECO CASA – TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, 2015).

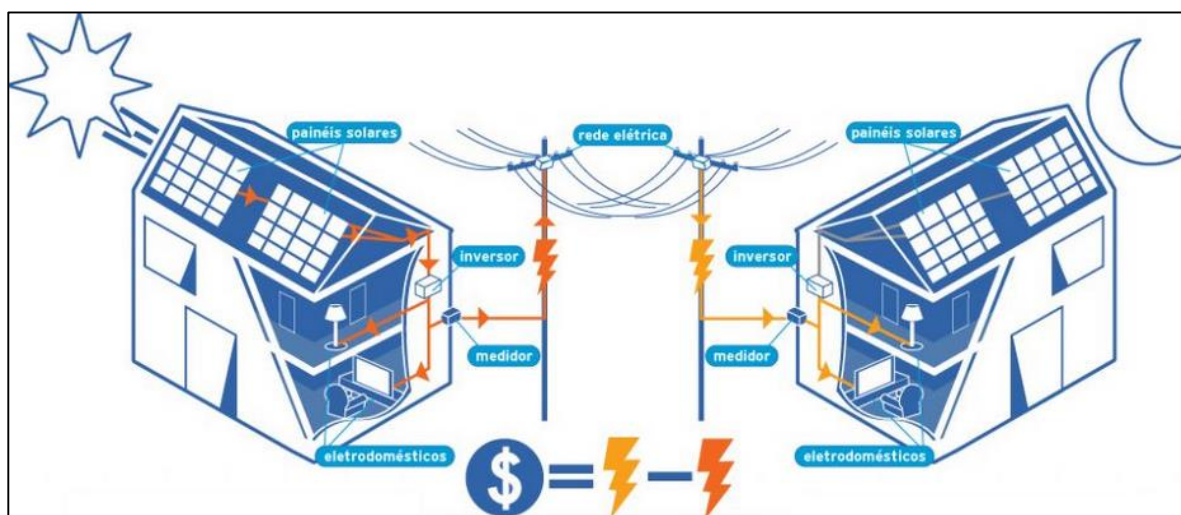
2.3.2 Geração de energia Elétrica conectado à rede pública de energia

O emprego de energia solar com maior taxa de crescimento anual está nos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica SFCR (*grid-connected PV systems*), desde o ano 2000, superior a 30%, atingindo um pico de 71% em 2008. Esse tipo de geração de energia solar conectada à rede, vem crescendo de forma acentuada nos últimos anos e em 2009 já respondia por mais de 90% do mercado mundial de instalações (MINTS, 2008).

E também a partir da Resolução Normativa Nº 482, de abril de 2012, ela estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica. A tendência é aumentar o mercado com este tipo de geração de energia.

Na figura 5 é mostrada outra forma de utilização do sistema fotovoltaico, como ocorre a geração de energia elétrica quando conectado diretamente à rede pública de energia.

Figura 5 – Geração de energia elétrica conectada à rede pública de energia



Fonte: ECOCASA – Tecnologias Ambientais (2015).

Neste tipo de geração de energia durante o dia, o sistema produz energia elétrica para consumo. Assim, se a produção for maior que o consumo, o excedente é injetado na rede elétrica. Desta forma, o valor da conta de luz será a diferença entre energia injetada na rede e energia consumida, caso a geração seja maior que o consumo, o crédito resultante pode ser usado em até 36 meses. Logo, quando o consumo é maior que a geração, a energia consumida vem da rede elétrica (ECO CASA – TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, 2015).

2.3.3 Tipos de células Fotovoltaicas

Os principais tipos de células fotovoltaicas encontradas no mercado são:

- **Silício Monocristalino** - A célula de silício monocristalino é historicamente a mais utilizada e comercializada. A eficiência deste tipo de célula fotovoltaica varia de 15% (ASIF, 2008b) a 24,7% (PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS, 2008).
- **Silício Multicristalino** - Também chamado de silício policristalino, a eficiência deste tipo de célula, na conversão de luz em eletricidade, é menor do que as de silício monocristalino, variando de 14% (IEA, 2008a) a 20,3% (PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS, 2008).
- **Filmes Finos** - No intuito de se buscar alternativas na fabricação de células fotovoltaicas, atualmente há três tipos de módulos fotovoltaicos de filme fino disponíveis no mercado que são fabricados a partir de silício amorfo (Si-a), disseleneto de cobre-indio (CIS) e telureto de cádmio (CdTe).

As eficiências das células fotovoltaicas de filmes finos podem ser verificadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Eficiências das células fotovoltaicas de filmes finos.

Tipo de Célula	Eficiências (%)
Silício amorfo (Si-a)	5%(1) - 9,5%(2)
Disseleneto de cobre-indio (CIS)	7%(1) - 19,2%(2)
Telureto de cádmio (CdTe)	8%(1) – 16,5%(2)

Fonte: (1) ASIF, (2008a); (2) PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS (2008).

De acordo com ASIF (2008a), o filme fino multicristalino sobre cristal (CGS) é uma tecnologia promissora que está começando a ingressar na fase de produção industrial. A tecnologia do silício (mono e multicristalino) dominou o setor mundial, sendo responsável por quase 90% da produção somente em 2007. As principais aplicações dos sistemas fotovoltaicos são:

- **Domésticos Isolados ou Autônomos** - são aqueles sistemas que fornecem eletricidade às residências e que, como o próprio nome já diz, não estão conectados à rede de distribuição de eletricidade da concessionária local (IEA-PVPS, 2006). No Brasil, estes sistemas atendem às comunidades isoladas, fornecendo eletricidade, na maior

parte dos casos, para iluminação, refrigeração e outras cargas baixas de energia (CRESESB, 2005).

- Distribuídos Conectados à Rede – são instalados para fornecer energia ao consumidor, que pode usar a energia da rede elétrica convencional para complementar a quantidade de energia demandada, caso haja algum aumento do consumo de energia em sua residência ou estabelecimento comercial. O consumidor pode também vender a energia gerada pelo sistema para a distribuidora, caso use menos energia do que a gerada pelo sistema (MAYCOCK, 1981; MARKVART, 2000; RÜTHER et al., 2005; IEA-PVPS, 2006).
- Conectados à Rede apresentam duas configurações distintas: os sistemas fotovoltaicos distribuídos e os sistemas fotovoltaicos centralizados. Os sistemas fotovoltaicos distribuídos podem ser instalados de forma integrada a uma edificação, no telhado ou na fachada de um prédio. Já os sistemas fotovoltaicos centralizados, como em uma usina central geradora convencional, normalmente se localizam a certa distância do ponto de consumo (MAYCOCK, 1981; FRAINDENRAICH & LYRA, 1995; RÜTHER, 1999; MARKVART, 2000; RÜTHER et al., 2005).

As principais aplicações da tecnologia solar fotovoltaica no país são relativas à telecomunicação, à eletrificação rural, aos serviços públicos e ao bombeamento de água. Estima-se uma potência total instalada de sistemas fotovoltaicos autônomos de cerca de 20 MW, dos quais 70% estão localizados nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Zilles, 2008a), e de sistemas conectados à rede de 0,153 MWp (VARELLA, 2009).

No Brasil há dois impostos relevantes que incentivam o uso de alguns equipamentos fotovoltaicos são: o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), de competência estadual, e o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), de competência federal. Até dezembro de 2008, o convênio ICMS 101/97 concede isenção do ICMS nas operações com alguns equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica.

Os equipamentos especificados, isentos de ICMS, são apresentados a seguir: bomba para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente

contínua, com potência não superior a 2 HP; módulos fotovoltaicos; células solares não montadas; e, células solares em módulos ou painéis (BRASIL,1997).

De acordo com fabricantes e revendedores de equipamentos e os módulos fotovoltaicos são os únicos atualmente isentos de IPI e ICMS. Na compra de inversores no mercado nacional são incluídos 12% de ICMS e no caso dos controladores de carga são incluídos 12% de ICMS e 15% de IPI.

2.4 Crédito de Carbono

Criado pela ONU para combater o aquecimento global, o crédito de carbono pode ser vendido no mercado financeiro às nações que devem diminuir as emissões de poluentes, conforme estipulado no protocolo de Kyoto (MOEDA CINZA, 2007).

Os Créditos de Carbono são certificados gerados por projetos que, comprovadamente através de metodologias, reduzam ou absorvam emissões de gases do efeito estufa. Os compradores destes créditos são empresas ou governos de países desenvolvidos que precisam alcançar metas (instituídas pelo Protocolo de Kyoto, pela própria empresa ou outros programas) de redução destas emissões, e os vendedores são diversificados dependendo do país de origem do projeto.

A mudança global do clima é um dos mais importantes desafios do século XXI. Nos últimos 100 anos, registrou-se um aumento de aproximadamente 0,7°C na temperatura média da superfície da Terra. Há fortes evidências científicas de que isso se deve ao aumento da concentração de determinados gases na atmosfera, principalmente o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) – causa direta da intensificação do efeito estufa (FRONDIZI, 2009).

Hoje o Brasil ainda convive com a inaceitável taxa de mais de 5 mil Km/ano de desmatamento. Mais do que metas para a ONU, acabar com o desmatamento das florestas nacionais significa não apenas uma contribuição para o clima, mas a oportunidade de gerar uma nova economia florestal e assegurar os serviços hídricos que a floresta presta para toda a região sul americana – principalmente para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, que enfrentam hoje uma crise histórica no abastecimento de água (GREENPEACE, 2015).

O objetivo da comunidade internacional é limitar o aumento da temperatura global a +2°C. A soma das promessas dos vários países em termos de redução de emissões está longe, no entanto, de alcançar a meta. Segundo um estudo

apresentado esta semana em Durban, o mundo está no caminho de um aumento de 3,5°C no termômetro global (MUNDO, 2011).

A temperatura global do planeta subirá de 3°C a 5°C, e não 2°C, a marca para além da qual o sistema climático se tornaria incontrolável (G1, 2012).

2.4.1 Protocolo de Kyoto

O Protocolo de Kyoto é um acordo internacional criado no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, aprovado na cidade de Kyoto, no Japão, em 1997 e que entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005. Seu principal objetivo é estabilizar a emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera e assim frear o aquecimento global e seus possíveis impactos. Ao todo, 184 países ratificaram o tratado até o momento (MEIO AMBIENTE 2014).

Os países signatários foram divididos em dois grupos, de acordo com seu nível de industrialização. Cada grupo tem obrigações distintas em relação ao Protocolo.

Desta forma, os países desenvolvidos que ratificaram o tratado têm o compromisso de diminuir suas emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), numa média de 5,2% em relação aos níveis que emitiam em 1990. E têm um prazo final para cumprir a meta: entre 2008 e 2012 (MEIO AMBIENTE, 2014).

O Brasil não possui metas obrigatórias, mas pode auxiliar na redução de emissão desses gases por meio de ações nacionais e também através de projetos previstos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

O Protocolo de Kyoto considera o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hexafluoreto de enxofre, hidrofluorcarbonos e perfluorcarbonos como os GEEs.

De acordo com Meio Ambiente (2014), para que haja cumprimento da redução de emissões de GEE, o Protocolo propõe três Mecanismos de Flexibilização, as quais são:

- A Implementação conjunta diz respeito apenas aos países desenvolvidos. Acontece quando dois ou mais deles implementam projetos que reduzam a emissão de GEE para posterior comercialização.
- O comércio de emissões existe quando uns países desenvolvidos já reduziram a emissão de GEE além da sua meta. Assim, ele pode comercializar o excedente com outros países desenvolvidos que não tenham atingido sua meta de redução.

- Assim, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) possibilita a participação dos países em desenvolvimento no tratado. Eles podem vender para países desenvolvidos os créditos de projetos que estejam contribuindo para a redução de emissões de carbono (MEIO AMBIENTE, 2014).

Espera-se que os distintos “créditos de carbono”, destinados a obter reduções dentro de cada item, serão comercializados entre países de um mesmo mercado de carbono. As negociações acerca dos detalhes, incluindo a forma em que se distribuirão os benefícios, estão em andamento (GREENPEACE, 2015).

Cerca de 200 países concordaram, na Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (COP 18), em Doha, Qatar, em estender a validade do Protocolo de Kyoto. O acordo, assinado em 1997 e que se expiraria no final de 2012, é a única ferramenta que compromete os países industrializados a reduzir os gases de efeito estufa (G1, 2012).

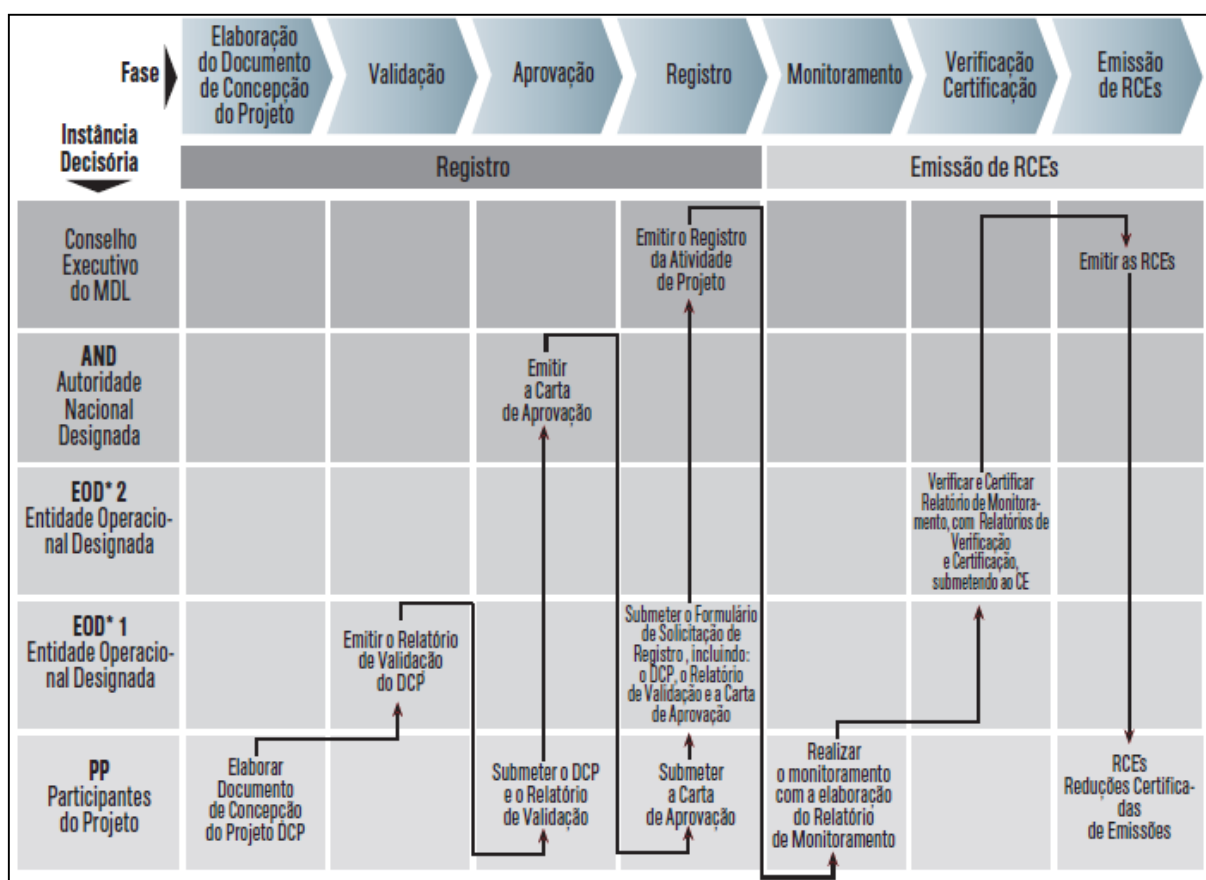
2.4.2 O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

O processo de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou *Clean Development Mechanism*, CDM, em inglês) funciona como um critério para a regularização de empresas que desejam vender crédito de carbono. A seguir as etapas para obtenção de um projeto de MDL são representadas no esquema da figura 6.

De acordo com Frondizi (2009) as etapas são as seguintes:

- Elaboração do Documento de Concepção do Projeto DCP;
- Validação/Aprovação;
- Registro;
- Monitoramento;
- Verificação/Certificação; e
- Emissão das RCEs.

Figura 6 – Ciclo do Projeto de MDL



Fonte: Frondizi (2009).

De acordo com Planeta Sustentável (2015), a geógrafa Branca Americana, do Ministério da Ciência e Tecnologia, observou que existem cinco principais critérios para a Comissão Interministerial de Mudança do Clima aprovar projetos candidatos a receber Créditos de Carbono por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Os critérios são:

1. Promover a sustentabilidade ambiental local.
2. Ajudar no desenvolvimento das condições de trabalho e geração líquida de empregos.
3. Promover distribuição de renda.
4. Auxiliar no desenvolvimento e capacitação tecnológica.
5. Cooperar com integração regional e articulação com outros setores. Na avaliação de Branca Americana, o MDL ainda pode significar novas oportunidades para o Brasil em termos de promover eficiência

energética, estimular energias renováveis e a co-geração de energia, entre outras áreas.

2.4.3 O mercado de Crédito de Carbono

Especialistas, executivos e entusiastas da área da sustentabilidade ressaltam que já ocorrem operações de venda de crédito de carbono envolvendo ofertantes e compradores brasileiros. Tais transações, contudo, ainda são isoladas e não configuram a existência de um mercado local, o que prejudica empresas como as geradoras de energia e as fabricantes de celulose, por exemplo. Para essas empresas, a venda de créditos de carbono representa receita extra, capaz em alguns casos de viabilizar projetos, além de um incentivo ao desenvolvimento da sustentabilidade no País (MAGNABOSCO, 2014).

As quantidades de toneladas de CO₂ ou outros gases economizados ou sequestrados da atmosfera são calculados por empresas especializadas de acordo com determinações de órgãos técnicos da ONU (ALEGRIA, 2008).

No setor da construção civil, um fator que facilitaria a entrada no mercado de crédito de carbono poderia ser um modelo desenvolvido pelo banco Sumitomo Mitsui Brasileiro S/A, subsidiário de um dos três maiores bancos do Japão, o Sumitomo Mitsui Banking Corporation. O banco pretende ser o principal interlocutor das negociações de créditos entre Brasil e Japão e criou um modelo que integra, num único pacote, créditos de empresas de diferentes portes e áreas que, sozinhas, não teriam volume de carbono suficiente para negociá-lo no mercado, como é o caso das construtoras (MOEDA CINZA, 2007).

O Projeto Carbono Social, localizado na Ilha do Bananal (TO), reúne as qualidades de sequestro de carbono em sistemas agroflorestais, conservação e regeneração florestal com enfoque principal no desenvolvimento sustentável da comunidade. A princípio o projeto não pretendia reivindicar créditos de carbono e foi financiado pela instituição britânica AES Barry Foundation e implementado pelo Instituto Ecológica. A meta inicial de conservação do estoque e sequestro de carbono era de 25.110.000 ton. de carbono em 25 anos, mas pela não concretização de parcerias esse estoque de carbono foi drasticamente reduzido (ALEGRIA, 2008).

Se no exterior os preços praticados atualmente são quase simbólicos, reflexo de uma combinação de problemas iniciados com a crise econômica europeia, no Brasil os acordos entre empresas persistem. A Natura, por exemplo, desembolsa

aproximadamente R\$ 4 milhões por ano com a compra de créditos (MAGNABOSCO, 2014).

O Santander também é ativo no mercado de créditos de carbono, seja na compra para compensação das próprias emissões, seja em iniciativas de estímulo ao mercado a partir da atração de outros participantes. A companhia opera o Programa Reduza e Compense CO₂, no qual estimula clientes e funcionários a calcularem as próprias emissões e as compensarem a partir da compra de créditos de carbono (MAGNABOSCO, 2014).

Ainda segundo Magnabosco (2014), o mercado voluntário brasileiro, embora quase incipiente, movimentava valores que podem oscilar entre R\$ 5 e R\$ 40 por crédito, explica Macedo, da Natura. O valor é definido pelo perfil do projeto. Os preços estão mais atrativos do que os valores praticados no mercado regulado internacional, onde os créditos são vendidos a menos de um euro. A China e o estado da Califórnia, nos Estados Unidos, também dão sinais efetivos de incentivo ao fortalecimento de mercados de crédito de carbono.

3 METODOLOGIA

Para que os objetivos abordados nessa pesquisa sejam alcançados, é apresentado neste capítulo o método que foi utilizado para a conclusão da pesquisa.

3.1 Desenho do Estudo

O projeto de pesquisa tem como finalidade a pesquisa aplicada, pois envolve uma aplicação prática que se adequa a possíveis impedimentos do uso de soluções fotovoltaicas.

A forma de abordagem da pesquisa consiste em ser do tipo de pesquisa qualitativa onde é aplicada em ambiente natural de convivência entre os acadêmicos onde é feita diretamente a coleta de dados sobre a pesquisa a ser realizada pelo pesquisador, assim por este método ocorre à qualificação dos resultados. “[...] Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave”. (SILVA; MENEZES, 2001, p. 20).

Seguindo as orientações de Collis e Hussey (2005), em relação ao objetivo esta pesquisa é classificada como exploratória; de lógica indutiva e aplicada. Exploratória, pois procurou ter uma maior familiaridade com o problema, e também é realizado sobre um problema ou questão de pesquisa, quando há poucos estudos em que possamos buscar informações sobre a questão ou o problema. Como é o caso desta pesquisa, segundo a OCB/SESCOOP do TO não há nenhum registro de cooperativas habitacionais voltadas para a classe de baixa renda no Estado.

3.2 Objeto do Estudo

Este projeto não foi algo de fácil operacionalização, levou-se algum tempo para se concretizar, devido à complexidade envolvida, já que há vários fatores a serem considerados. Pois, trata-se de implementar um sistema elétrico verde em um conjunto habitacional voltado para baixa renda ainda em fase de prospecção tecnológica, ou seja, com muitas variáveis a serem definidas. Entre estas variáveis pode se citar: localização, *stakeholders*, disponibilidade de recursos (humanos, financeiros e materiais).

3.3 Local e Período de Realização da Pesquisa

Este projeto de pesquisa foi conduzido ao longo do ano de 2015 e concluído no primeiro semestre de 2016. Foram investigadas as soluções disponíveis na cidade de Palmas, cidade foco deste estudo.

3.4 Instrumentos de coleta, estratégias de análise e apresentação dos dados

O procedimento metodológico utilizado fez uso da pesquisa bibliográfica, a partir de material científico já publicado (livros, artigos científicos impressos ou *on line*), e com base no material obtido foi simulado alternativas de soluções energéticas, assim explorando o referencial e as alternativas disponíveis em Palmas, TO. Desta forma, os instrumentos de pesquisa que compõe este projeto de pesquisa são:

- Pesquisa em parte bibliográfica, apresentando os sistemas fotovoltaicos e as soluções modernas disponíveis no mercado. Tanto pode ser um trabalho em si mesmo como pode se tornar um procedimento preparatório para o entendimento do trabalho (ANDRADE, 2005);
- A pesquisa de campo para investigar as alternativas e as soluções para a energia solar, modelos de equipamentos para implantação do sistema fotovoltaico disponíveis no mercado;
- As tecnologias disponíveis no mercado foram investigadas por meio de entrevistas e visitas *in loco*. Assim pode-se observar as tecnologias disponíveis e questionar sobre os motivos que coíbem o uso das demais tecnologias;
- Coleta de informações junto a Energisa – TO sobre as regras da ANAEEEL que a mesma instancia em relação aos custos, cobrança de tarifas, incentivo ao uso para a população no Estado;
- Posteriormente foram elaborados cenários possíveis para o projeto elétrico para o condomínio (compreendido em 20 casas), de população de baixa renda com a integração com sistema fotovoltaico, possibilitando o estudo das possíveis soluções para o projeto. Esta fase contou com a interação e apoio de um profissional do setor elétrico, parceiro do Núcleo de Empreendedorismo e Inovação (NEI) do CEULP/ULBRA o engenheiro Taynan Silva. Interação que possibilitou não só validar o

dimensionamento de consumo, mas também explorar e ratificar as peculiaridades do setor no Tocantins.

- Por fim, foi realizado um comparativo entre os custos para obter o crédito de carbono na construção civil.

Para descrever o caminho da pesquisa, foi elaborado o protocolo de pesquisa (quadro 1) com os resultados a serem alcançados na análise e discussões. Yin (2010) afirma ser uma importante maneira de aumentar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso e se destina a orientar o investigador na realização da coleta dos dados.

Quadro 1 – Protocolo de Pesquisa

Visão Geral do Projeto
<p>Objetivo: Elaborar um projeto para implantar um Sistema Fotovoltaico em um condomínio residencial para população de baixa renda, dentro dos requisitos para a obtenção de crédito de carbono</p> <p>Assuntos do estudo: energia solar; sistema fotovoltaico; Crédito de Carbono; Minha casa Minha vida; energia alternativa; e Cooperativismo.</p> <p>Leituras relevantes: Redes de Colaboração, Cooperativismo e Cooperativas Habitacionais.</p>
Procedimentos de Campo
<p>Apresentação das credenciais: Apresentação como estudante do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA.</p> <p>Acesso aos Locais: A pesquisa ocorrerá na cidade de Palmas – TO.</p> <p>Fonte de Dados: Primárias (entrevista e observação) e secundárias (bibliográfica e documental).</p> <p>Advertências de Procedimento: Não se aplica.</p>
Questões investigadas no estudo:
<ol style="list-style-type: none"> a. Avaliar os custos entre o projeto convencional e um projeto com sistema fotovoltaico. b. Analisar as alternativas e os de soluções para energia solar disponíveis em Palmas. c. Visitar empresas que trabalham com equipamentos que compõem o sistema fotovoltaico d. Identificar os requisitos para a liberação de créditos de carbono.
Esboço para o relatório final:
<p>Apresentar a relação entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desafios encontrados na obtenção de incentivos e a compra de equipamentos para implantação do sistema fotovoltaico para condomínios residenciais; • Proposição de organização e valores para uma cooperativa habitacional em Palmas implantar um sistema com uso de fontes alternativas de energia (baseado no referencial teórico, entrevistas e nos casos estudados); • Dimensionamento e requisitos para avaliar a viabilidade de projetos com fontes alternativas de energia; e, • Propor estudos futuros.

Fonte – Autor, adaptado de Yin (2010).

4 ANÁLISE E DISCUSSÕES

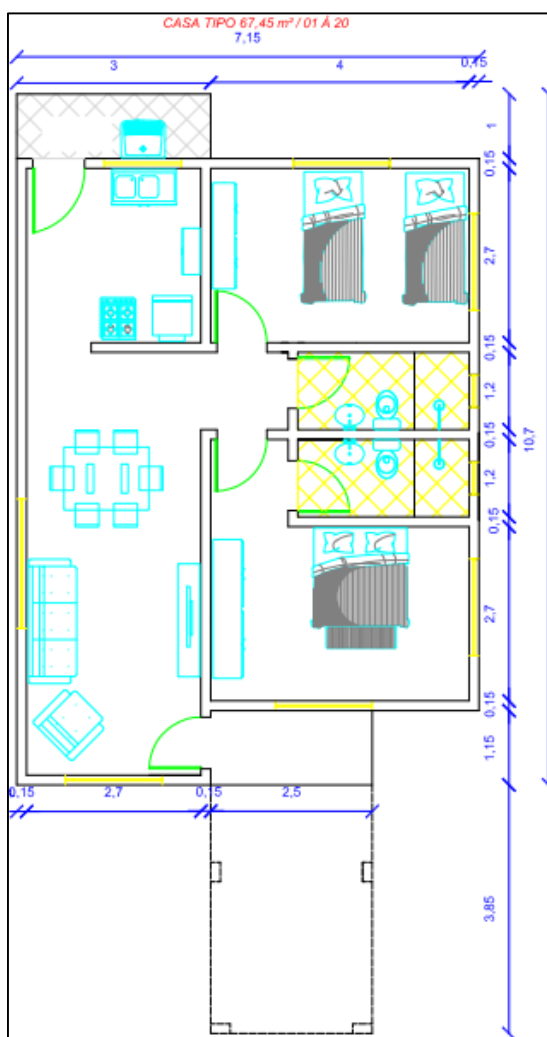
Para dar continuidade ao projeto de pesquisa, tomou-se como premissa a elaboração de uma proposta prévia para a planta da casa para o condomínio, assumindo que a mesma atenderia a uma família de quatro pessoas.

4.1 Concepção do Projeto Elétrico

Para elaborar o dimensionamento do sistema fotovoltaico, a figura 7 apresenta a residência protótipo para o condomínio em estudo, destinada a uma família de quatro pessoas. O condomínio é constituído por 20 casas, sendo cada habitação possui área de 67,45m².

A figura 7 apresenta a planta elabora em conjunto com os integrantes do Programa de Iniciação Científica do CEULP/ULBRA ligados ao NEI.

Figura 7 - Planta Baixa sem escala



Fonte: O Autor.

Vale ressaltar que cada projeto é analisado individualmente, observando o consumo do mesmo. Neste foi simulado a utilização da energia solar em condição de sistema interligado à rede, por meio de termoconversão, fotoconversão e concessionária. Foi escolhido este tipo de utilização visto que foi observado como melhor condição a partir de um estudo comparativo feito por Teixeira, Carvalho e Leite (2011).

4.2 Consumo

Referente à planta, esta é composta por 8 cômodos, nos quais foram distribuídas algumas cargas elétricas. O projeto Elétrico pode ser visualizado no anexo. O quadro 2 mostra o levantamento feito com a quantidade de aparelhos elétricos da residência e a potência dos mesmos, simulando a potência e custos mensais já incluso a tarifa, porém sem os impostos da concessionária esta que é a fornecedora de energia em Palmas-TO.

Quadro 2 – Simulação de Consumo energético da residência

Aparelho	Quant.	Tempo (min.) / Dia	Potência	KWh/Mês	Custo Mensal
Lâmpada Fluorescente	13	300	338	50,70	23,42
Televisão	1	240	200	24,00	11,09
Ventilador	1	240	65	7,80	3,60
Geladeira	1	600	125	37,50	17,33
Micro-ondas	1	10	1500	7,50	3,47
Ar Condicionado	2	240	2600	312,00	144,15
Secador de Cabelo	2	30	1000	15,00	6,93
Chuveiro Elétrico Social	2	32	11000	176,00	81,32
Máquina de Lavar	1	40	400	8,00	3,70
Total	-	-	-	638,50	295,01

Fonte: Elaborado pelo Autor

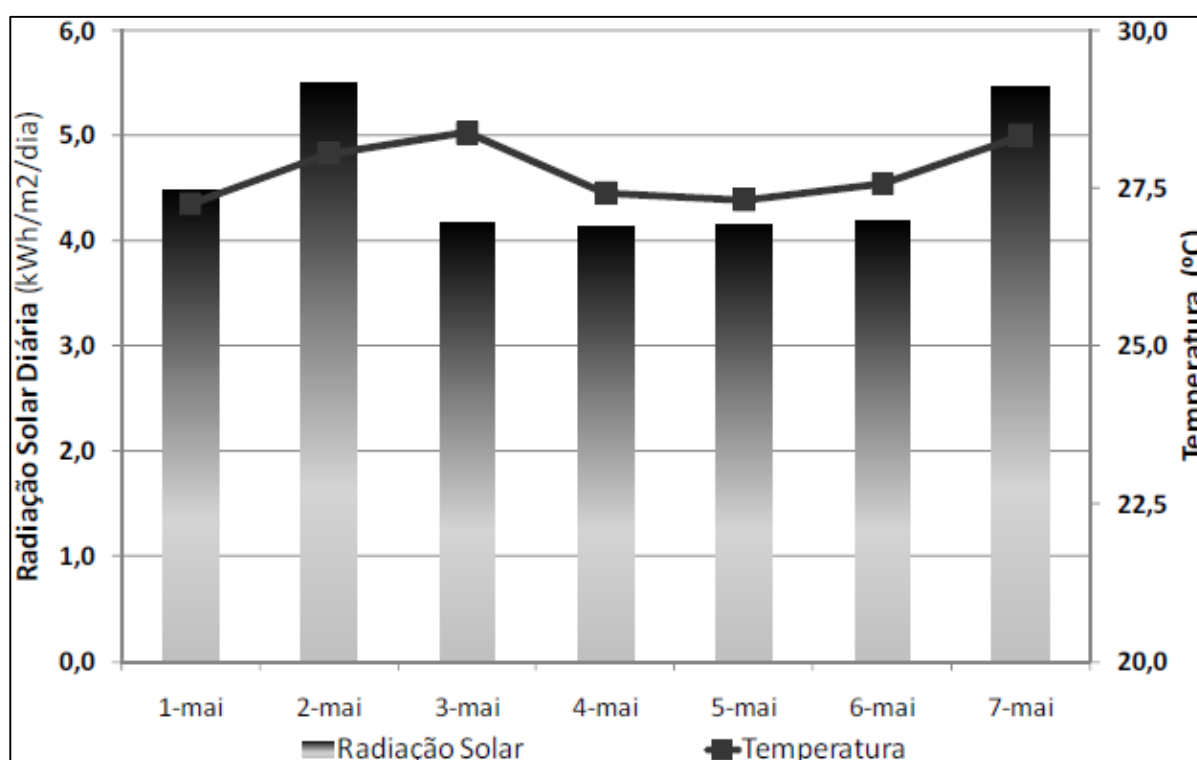
A Quadro 2 foi obtido a partir de uma simulação de consumo que a residência poderá apresentar. A partir disto, com a estimativa de tempo de utilização de cada equipamento, foi possível estimar um consumo mensal para a residência de 638,50

KWh/mês podendo gerar um custo mensal aproximadamente de 295 reais/mês sem impostos.

4.3 Radiação Solar

A situação geográfica e climática de Palmas coloca o município em condição de destaque em potência de radiação solar. Segundo dados do Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS a radiação solar global horizontal diária média, ao longo do ano, na Capital do Tocantins é de 5,78 KWh/m²/dia (figura 8), valor quase três vezes maior do que no território da Alemanha, país com maior participação de energia solar na sua matriz energética (BARBIERO, 2015).

Figura 8 – Radiação solar em Palmas –TO



Fonte: Silva et al. (2011).

A carga térmica recebida por uma edificação varia segundo a latitude local, as necessidades energéticas para o seu acondicionamento ambiental serão sinalizadas pela latitude. Segundo a empresa, A – empresa tradicional que trabalha com soluções sustentáveis – esta que foi responsável pelo orçamento do sistema fotovoltaico, para

Palmas a melhor posição para os painéis é a direção norte (verdadeiro) com inclinação de 15%.

4.4 Análise

Para a fase de análise foram realizadas as simulações técnicas e de custo para o projeto elétrico usando a abordagem convencional, uso exclusivo do sistema fotovoltaico e uma terceira abordagem mesclando alternativas sustentáveis.

4.4.1 Projeto Convencional

O custo de instalação do projeto convencional foi feito a partir da lista de materiais gerada para suprir as necessidades da edificação junto à empresa E, empresa de materiais de construção localizada em Palmas – TO. Com isso foi realizado um orçamento, o qual pode ser observado na figura 9.

Para o projeto convencional foi gerada a seguinte lista de materiais para ser utilizada na execução com suas respectivas especificações e quantidades para a instalação elétrica da residência, ela é composta por materiais como os disjuntores, eletrodutos, tomadas, quadro de distribuição entre outros. Essa lista de materiais foi montada de acordo com os seguintes parâmetros: os materiais devem estar em conformidade com Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 5410/2004 (NBR 5410,2004) e as especificações dos componentes devem-se utilizar a terminologia oficial, bem como as características previstas nas correspondentes normas técnicas.

erro nos valores de todos os componentes, o consumidor já terá pago para a concessionária cerca de R\$ 110.625,00.

4.4.2 Sistema Fotovoltaico

A partir da estimativa de consumo dos equipamentos a serem utilizados na residência, foi estimado orçamento para instalação do sistema fotovoltaico para atender a demanda junto com a empresa A de Palmas e através do Empresa D via internet que é o 1º e maior portal de energia solar do Brasil a partir de um simulador que eles disponibilizam.

Para atender a demanda o sistema fotovoltaico foi solicitado um orçamento junto à empresa A, localizada em Palmas-TO, o qual pode ser observado no quadro 3.

Quadro 3 – Orçamento para instalação de Sistema Fotovoltaico

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA			
kWh/mês	kWh/dia	kWh/hora (real)	Produção (%)
650	21,67	3,98	100
Lista de itens de orçamento		Valores (R\$)	
Quantidade	Descrição	Preço (un)	Preço Total
20	CANADIAN SOLAR 60CELLS 260W P-SI	R\$ 1.050,00	R\$ 21.000,00
1	Inversor ABB PVI-5000-TL-OUTD-S	R\$ 9.223,00	R\$ 9.223,00
	Total equipamentos		R\$ 30.223,00
	Materiais p/ instalação, suportes, fiação, torre e etc		R\$ 9.066,90
	Mão de obra, frete e deslocamento de profissionais		R\$ 4.533,45
	Desconto mão de obra (%)	30	R\$ 1.360,04
	Total Serviços + Material de Execução		R\$ 12.240,32
	TOTAL GERAL (R\$)		R\$ 42.463,32

Fonte: Empresa A – fornecedor em Palmas – TO

Para a instalação de um sistema fotovoltaico que atendesse a demanda, ou seja, produção de 100%, seria necessário um sistema que tivesse um potencial de geração de 21,67KWh/dia, sendo o kit composto por 20 placas solar e 1 inversor incluindo mão de obra e materiais totalizando no valor de R\$ 42.463,32. Lembrando que para a instalação das placas, segundo a A, seria necessária uma área disponível no telhado de 34m² direcionadas para o norte verdadeiro.

Levando em conta uma estimativa de vida útil de utilização para 25 anos para as placas e 5 anos para o inversor solar e um acréscimo de 25% em cima do valor

final, o consumidor já terá investido para ter o sistema fotovoltaico aproximadamente R\$ 87.665,40 cerca de 20,75% mais barato do que com uso de energia convencional.

A informação é outro aspecto fundamental apontado por Geller (2003), quando explica que a falta de conhecimento por parte do consumidor também pode levar a perda de tempo e dinheiro. Como no caso das medidas de eficiência energética, os consumidores podem desconhecer as opções de energia renovável, de fornecedores locais de produto e de oportunidades de financiamento. Da mesma forma, os consumidores podem não dispor de informação abalizada sobre desempenho, confiabilidade ou mérito econômico de opções de energias renováveis.

Através do site da Empresa D ao utilizar o simulador apenas foi necessário informar o consumo em KWh/mês, em seguida é exibido o resultado. Para produzir 100% da sua demanda de eletricidade, o sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de geração de 21,37Kwh/dia. O preço médio de um gerador fotovoltaico para esta necessidade varia de R\$ 39.737,00 até R\$ 47.785,00. Sendo necessários 20 placas de 250Watts aproximadamente proporcionando uma carga de 15Kg/m² ao telhado.

Porém existem kits no mercado bem mais baratos, que atendem 100% da demanda necessária para atender a residência no site da empresa B possuem kit de geração de energia para conexão à rede pública, por R\$ 28.145,80. Este kit é composto por 20 Módulos Fotovoltaicos de 260 W(p), marca ReneSola, modelo JC260M-24/Bb, 01 Inversor com potência de 5,0KW, marca ABB, modelo PVI-5000-TL-OUTD-S e 01 String box CC, marca ABB, modelo 1SL0610A00. Este Kit é aproximadamente 6,87% mais barato do que os equipamentos orçados com a empresa A de Palmas.

4.4.3 Alternativas Sustentáveis

Tendo em vista que como o destino para o sistema fotovoltaico é um condomínio composto por casas destinadas à população de baixa renda, a princípio o valor de instalação do sistema é de certa forma oneroso o que pode vir a inviabilizar no custo final total da edificação, logo pode-se pensar em formas de trabalhar no ponto inicial do dimensionamento, que seria no consumo onde poderia pensar em reduzi-lo a partir de alternativas para as cargas mais altas do consumo (chuveiros), levando a pensar no dimensionamento com boilers.

Os boilers podem ser adotados para aquecer a água. Para o cálculo do tamanho do reservatório destinado a suprir a necessidade dos chuveiros, foi utilizado o cálculo de acordo com a fabricante Tigre. Segundo a Tigre (2016) para uso de aquecedor solar são necessários 50L/dia baseando-se na NBR 5626, lembrando que são 4 pessoas, logo:

$$4 \text{ pessoas} \times 50\text{L/dia} = 200 \text{ Litros}$$

Para completar o dimensionamento do sistema de aquecimento solar, é necessário calcular o número de coletores necessários para o bom funcionamento do sistema. Para um coletor com 1,42m² de área e atende a 103 Litros/dia e possui selo A de eficiência divide-se o volume do boiler pela demanda, assim temos:

$$\frac{200}{103} = 1,94 \text{ coletores}$$

Logo, são necessários dois coletores solares com 1,42 m² de área cada, e um reservatório complementar com capacidade de 200 litros. No site da empresa Mercado Livre é possível encontrar o Kit Aquecedor Solar Com os coletores e Boiler de 200 litros por R\$1.680,00.

Novamente utilizando o site Empresa D, pensando no consumo da residência sem os chuveiros reduz para uma necessidade de geração de energia de 15,21KWh/dia, reduzindo o número de placas para 14 placas de 250W sendo o custo em ficando entre R\$ 28.640,00 e R\$ 35.800,00. Pela empresa B o kit que atende à demanda possui o custo de R\$ 20.950,05.

Desta forma o total, sistema fotovoltaico utilizando boiler para atender totalmente a demanda, o kit custaria R\$ 22.630,05 cerca de 19,60% mais barato do que o kit anterior da empresa B com dimensionamento considerando a carga dos chuveiros, ou seja, adotar os boilers seria economicamente mais vantajoso. Porém a empresa B não oferece a instalação, logo no mercado hoje para Palmas, a empresa A em relação aos custos com os equipamentos que compõe o sistema se mostrou ser mais vantajoso.

4.4.4 Projeção Geral para o Condomínio

Tendo em vista a estimativa do custo para a instalação de uma habitação do condomínio nas condições de utilização de energia convencional e utilização de energia fotovoltaica interligada à rede, posteriormente foi feito a projeção referente ao

custo para o condomínio com o intuito de demonstrar que para aplicação em grande escala proporciona a redução dos custos.

Para o projeto elétrico convencional haveria um custo total para as 20 casas do condomínio de R\$ 93.983,00.

Desta forma se for implantando o sistema fotovoltaico para atender 100% da demanda nas 20 casas para o condomínio segundo a empresa A, o preço baixaria. Ele só não ficaria mais barato devido a quantidade de inversores a serem utilizados. As 20 casas sairiam ao todo R\$ 776.037,70, usaríamos 400 painéis e 20 inversores. O preço individual ficaria por R\$ 38.801,85, uma diferença de R\$ 3.661,47 com o valor original.

De acordo com a empresa sempre nos sistemas solares, quanto maior a quantidade de equipamentos, menor será o preço, pois conseguimos maiores descontos na hora de obter os equipamentos com os fornecedores.

4.4.5 Liberação para Crédito de Carbono

Com a intenção de gerar receita extra para ajudar nos custos posteriores com as manutenções do sistema fotovoltaico no condomínio, foi feito um levantamento dos requisitos para a obtenção de certificados de crédito de carbono.

De certa forma a obtenção de créditos de carbono ainda não está acessível a todos os tipos de empreendimentos atualmente, visto que apenas grandes empresas emissoras de gases que provocam efeito estufa são capazes de investir neste tipo de commodity (moeda), como o crédito de carbono é visto no mercado, além de não existirem leis que gerenciam a movimentação deste crédito no mercado.

Depois de muitas pesquisas sobre o assunto, muitos e-mails enviados para diversos profissionais ligados à sustentabilidade o profissional Pedro Locatelli que também atua na área de sustentabilidade respondeu via e-mail (anexo) e confirmou o conceito obtido a partir da pesquisa bibliográfica, que hoje o Brasil participa da comercialização de créditos de carbono através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), porém para obter o certificado de crédito de carbono requer custos devido aos custos de monitoramentos e auditorias que são feitos por consultorias especializadas. Na maioria das vezes consomem todos os benefícios, ou seja, ainda não é possível um condomínio por exemplo ser capaz de gerar receita extra para o que foi proposto primeiramente.

Segundo Locatelli (2016), para gerar créditos de carbono, o projeto deve seguir as regras do MDL e atender à exigência de Adicionalidade, que significa demonstrar dois cenários: um convencional, que vai fornecer a linha de referência, emissões de GEE ao longo de um período e outro com o projeto, demonstrando o quanto será reduzido em termos de emissões de GEE. Esta é a Adicionalidade e também é a quantificação dos créditos de carbono comercializáveis.

Portanto, os projetos sustentáveis em condomínios devem objetivar a redução de gastos e desperdícios, a autonomia de recursos básicos e a qualidade de vida. Isso agregará muito valor ao empreendimento, superando o que poderia ser obtido com créditos de carbono, nos moldes atuais do protocolo de kyoto.

Desta forma, o condomínio já adota soluções sustentáveis como utilização de energia fotovoltaica será mínima a contribuição para o efeito estufa, sendo o ideal fazer o acompanhamento do mercado para que em breve o mercado de crédito de carbono se torne acessível para pequenas empresas também.

5 CONCLUSÕES

O custo de instalação do sistema fotovoltaico obtido pela empresa A é de cerca de 20,75% mais barato do que com uso de energia convencional se comparado ao longo de 25 anos de utilização para apenas uma unidade.

Para o condomínio em geral (20 casas), o preço da unidade sairia a R\$ 38.801,85 cerca de R\$ 3.661,47 a menos em relação para uma unidade. Diante disso de acordo com as hipóteses iniciais 1 e 3 confirmam-se que o sistema fotovoltaico não é preferencial pelas residências de Palmas devido ao investimento inicial se comparado com o projeto convencional e que existe pouca divulgação dos ganhos de eficiência e conhecimento da população.

Diante disso, desmitifica a hipótese 2, pois o dimensionamento feito pela empresa A mostrou-se estar dentro das expectativas em relação do dimensionamento do sistema fotovoltaico para o condomínio atendendo 100% da demanda.

Ao pesquisar os valores dos equipamentos que compõem o sistema na empresa A é compatível com o vendido no mercado, porém a mão de obra local possui custo elevado o que infelizmente encarece a implantação.

Serão adotados boilers como alternativa para reduzir o custo, visto que é possível também encontrar valores menores no mercado brasileiro.

A cada dia que passa o mercado fotovoltaico vem se destacando de forma exponencial, e cada vez mais os sistemas vêm sendo utilizados de forma integrada à edificação. A partir disso, surge a necessidade de novos modelos, com diferentes materiais e colorações para serem locados não só nos telhados, mas em fachadas também.

Desta forma o lugar onde vivemos está susceptível à diversos riscos como: aquecimento global acelerado, altos níveis de investimento em fornecimento de energia, alta poluição atmosférica regional e local, rápida exaustão do petróleo e continuidade da desigualdade.

Atualmente é inviável obter créditos de carbono através do condomínio devido aos custos para obtenção e longo prazo. Como sugestão para trabalhos futuros além de alternativas para deixar o custo de implantação do sistema fotovoltaico mais barato, fazer o acompanhamento do mercado para que em breve o mercado de crédito de carbono se torne acessível para pequenas empresas.

REFERÊNCIAS

- ASIF. Asociación de La Industria Fotovoltaica. **Solar Generation V** – 2008. Electricidad Solar para Más de Mil Millones de Personas y dos Millones de Puestos de Trabajo para el Año 2020. 2008a. TREBLE, F.C. **Generating electricity from the sun**. Oxford: Pergamon. 293 p. 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p. Disponível em: <http://www.philomenojr.com.br/downloads/Informacoes/Eluma%20Conexoes/NBR%205626%20%C1gua%20fria.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. 217 p. Disponível em: http://www.ufjf.br/manuel_rendon/files/2012/11/NBR_5410-2004_-Instalações-Elétricas-de-Baixa-Tensão.pdf. Acesso em: 06 jan. 2016.
- ALEGRIA, Manuela. **Créditos de Carbono**. 2008. Disponível em: <http://www.revistameioambiente.com.br/2008/03/28/creditos-de-carbono/>. Acesso em: 27 maio 2015.
- ANDRADE, Maria Margarida de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 165 p., il.
- ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil** / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília: ANEEL, 2002.
- BARBIERI, José Carlos; VASCONCELOS, Isabella Freitas Gouveia de; ANDREASSI, Teles; VASCONCELOS, Flávio Carvalho de. **Inovação e Sustentabilidade: Novos modelos e Proposições**. v. 50.; n. 2.;pág. 151-152.; São Paulo. 2010.
- BARBIERO, Alan. **Energia solar: uma alternativa sustentável e economicamente viável em Palmas**. 2015. Disponível em: <http://www.jornaldotocantins.com.br/editorias/opiniaio/tendências-e-ideias-1.456291/energia-solar-uma-alternativa-sustentável-e-economicamente-viável-em-palmas-1.881475>. Acesso em: 14 mar. 2016.
- BRUSKY, B.; FORTUNA, J. P. **Entendendo a Demanda para as Microfinanças no Brasil: um Estudo Qualitativo de Duas Cidades**. BNDES. 2002.
- CONEXÃO TOCANTINS: O BRASIL QUE SE ENCONTRA AQUI É VISTO PELO MUNDO**. Palmas, 21 jul. 2014. Disponível em: <http://conexaoto.com.br/2014/07/21/senador-ataides-lamenta-alto-deficit-habitacional-no-tocantins>. Acesso em: 29 abr. 2015.
- COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. (Trad. Lúcia Simonini). 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- CONSTRUÇÃO, Redação do Fórum da. **O que é eficiência energética?** Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=18&Cod=786>. Acesso em: 29 abr. 2015.
- DINIZ, Anderson Lucas et al. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: Proposta de utilização de energia alternativa em indústria de máquinas pesadas**. Disponível em: http://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_eficiencia_energetica_0.pdf. Acesso em: 20 abr. 2016.

ECOCASA – TECNOLOGIAS AMBIENTAIS (Limeira). **Energias renováveis: energia fotovoltaica**. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/energia-solar-fotovoltaica.asp>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

ELETRORBRAS. (Org.). **PROINFA**. RIO DE JANEIRO. Disponível em: <<http://www.eletrorbras.com/elb/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

ENERGISA (Tocantins). **SIMULADOR DE CONSUMO**. Disponível em: <<http://www.energisa.com.br/Paginas/simulador-de-consumo.aspx>>. Acesso em: 04 mar. 2016.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos: Recursos Energéticos**. Rio de Janeiro: Nota Técnica Dea 19/14, 2014. 64 p.

FEARNSIDE, P. M. Do hydroelectric dams mitigate global warming? The case of Brazil's Curuá-Una dam. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, 10:675-691, 2005.

FRONDIZI, Isaura Maria de Rezende Lopes. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Guia de Orientação 2009**. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, 2009.

GELLER, S. H. Revolução Energética – Políticas para um futuro sustentável. Relume Dumará. Rio de Janeiro, 2003.

GREENPEACE. **Brasil ratifica Protocolo de Kyoto**. 2002. Disponível em: <www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/protocolo-de-Kyoto>. Acesso em: 27 maio 2015.

GREENPEACE. **Governo relaxa contra mudanças climáticas**. 2015. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/Governo-relaxa-contra-mudancas-Climaticas/>>. Acesso em: 27 de maio de 2015.

G1. **Conferência do clima da ONU prorroga Protocolo de Kyoto até 2020**. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/12/conferencia-do-clima-da-onu-prorroga-protocolo-de-kyoto-ate-2020.html>>. Acesso em: 27 maio 2015.

HAMDI, N. **Housing without Houses: Participation, Flexibility, Enablement**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). **Agenda 21 for Sustainable Construction**, 1999.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A discussion document**. Pretoria, 2002. Disponível em: <http://www.unep.or.jp/ietc/Focus/Agenda%2021%20BOOK.pdf> Acesso em: 30 mai. 2015.

JACOBI, P. R. Autoconstrução: mitos e contradições. Revista Espaço e Debates, v. 1, n. 3 setembro, 1981.

KIRCHNER, Carlos Augusto Ramos. **OPINIÃO - Autoconstrução plenamente assistida**. Disponível em: <<http://www.seesp.org.br/site/todas-as-edicoes-do-je/77-je-362/654-opiniao-autoconstrucao-plenamente-assistida.html>>. Acesso em: 03 maio 2015.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K., PINA, Silvia A. M. G., RUSCHEL, Regina C. **“Relatório Científico: Elementos Sociais e Culturais da Casa Popular, Campinas-SP”**. (a), Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, SP, Agosto, 1995.

LOCATELLI, Pedro Marcos. **Dúvidas sobre a venda de créditos de carbono.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <pdr.locatelli@gmail.com>. em: 29 abr. 2016.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). **Energia Solar.** BRASÍLIA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-solar>>. Acesso em: 28 abr. 2015.

MAGNABOSCO, André. **Brasil almeja mercado de crédito de carbono à espera de metas de redução de emissões.** 2014. Disponível em: <http://www.srb.org.br/noticias/article.php?article_id=7598>. Acesso em: 27 maio 2015.

MARIOTONI, Carlos Alberto; DANTAS, C. T.; **Análise Da Substituição de Sistema Convencional de Aquecimento Elétrico por Aquecimento Solar em Creches em Poços de Caldas-Mg.,** 06/2006, *AGRENER GD 2006 - 6º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural*, Vol. 1, pp.1-8, Campinas, SP, Brasil, 2006.

MEDEIROS, Virgilio Almeida; NARDI, Vivianne. **CASA SUSTENTÁVEL.** Belo Horizonte: Viveiros, 2012.

MEIO AMBIENTE. Portal Brasil. **Saiba mais sobre o Protocolo de Kyoto.** 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/protocolo-de-kyoto>>. Acesso em: 27 maio 2015.

MOEDA CINZA: Os passos para uma empresa vender créditos de carbono. São Paulo: Pini, 2007. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/71/artigo283087-1.aspx>>. Acesso em: 28 maio 2015.

MUNDO. Gazeta do Povo. **Países aprovam extensão do protocolo de Kyoto.** 2011. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/mundo/paises-aprovam-extensao-do-protocolo-de-kyoto-am4pwr60eovei4xintmho7i32>>. Acesso em: 27 maio 2015.

MURATORI, José Roberto; BÓ, Paulo Henrique dal. **Automação da instalação elétrica.** Disponível em: <http://www.instalacoeseletricas.com/download/Automacao_residencial3.pdf>. Acesso em: 30 maio 2015.

P. Mints, *Review of Global Incentive Programs.* Navigant Consulting, 1–72, 2008.

PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; ABREU, Samuel Luna de; RUTHER, R.; **Atlas brasileiro de energia solar** – São José dos Campos : INPE, 2006.

PEREIRA, E.B.; COLLE, S. **A energia que vem do sol.** *Ciência Hoje.* 22(130): 24-35. 1997.

PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS. Short Communication: Solar Cell Efficiency Tables (Version 32). Jun, 2008.

PRYSMIAN ENERGIA CABOS E SISTEMAS DO BRASIL (Santo André) (Org.). **Instalações Elétricas Residenciais:** Garanta uma instalação elétrica segura. 2006. Disponível em: <http://br.prysmiangroup.com/br/files/manual_instalacao.pdf>. Acesso em: 27 maio 2015.

SCHULZ, C. **Pequeno Comprador Domina Mercado de Cimento in O Estado de São Paulo.** Estado de São Paulo. São Paulo: Estado de São Paulo 1996.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121 p., il.

SILVA, Sergio B. et al. **INTEGRAÇÃO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE DE ENERGIA ELÉTRICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: ESTUDO DE**

CASO NO MUNICÍPIO DE PALMAS TOCANTINS. In: CONFERÊNCIA DE ESTADOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA – IX CEEL, 2011, Uberlândia. **Anais.**p. 3 - 3. Disponível em: <http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos2011/IX_CEEL_047.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2016.

STIVARI, S. M. S; OLIVEIRA, A. P.; SOARES, J. **On the climate impact of the local circulation in the Itaipu lake área.** Climatic Change, 72(1-2):103-121, 2005.

SOARES, Renato Martelli; RODRIGUES, Délcio. **Políticas Públicas de incentivo ao uso de sistemas de aquecimento solar no Brasil: acompanhamento das leis aprovadas e dos projetos de lei em tramitação** , Janeiro 2010.

TEIXEIRA, Alexandre de Almeida; CARVALHO, Matheus Costa; LEITE, Leonardo Henrique de Melo. **ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ENERGIA SOLAR RESIDENCIAL. E-xacta,** Belo Horizonte, v. 4, n. 3, p.117-136, 30 dez. 2011. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/689/388>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

TIGRE. **Dimensionamento de Aquecedores.** Disponível em: <<http://www.tigre.com.br/enciclopedia/artigo/56/Dimensionamento+de+Aquecedores+>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

VALENTE, Josie Pingret. **CERTIFICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMPARATIVO ENTRE LEED E HQE.** 2009. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

WATRIN, V. D. R. **O Significado da Tradição na Autoconstrução de Moradias.** 2003. (Masters). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

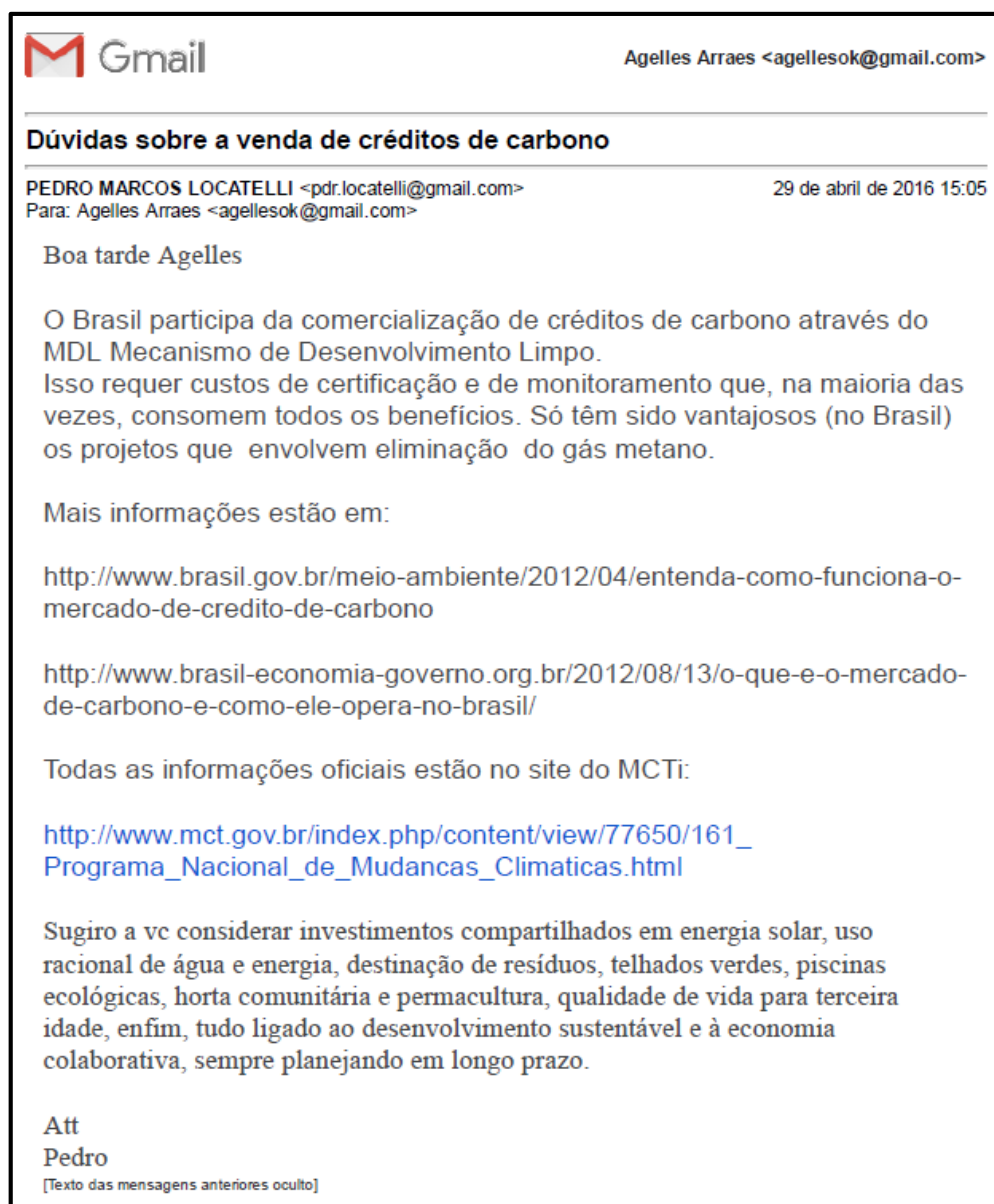
WESTENDORFF, David. **HABITAÇÃO AUTOCONSTRUÍDA NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO: CONTRIBUIÇÕES E DESAFIOS ATUAIS PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL ATRAVÉS DO VOLUNTARIADO.** Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/gmutirao/publicacoes.htm>>. Acesso em: 03 maio 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICE – Projeto Elétrico

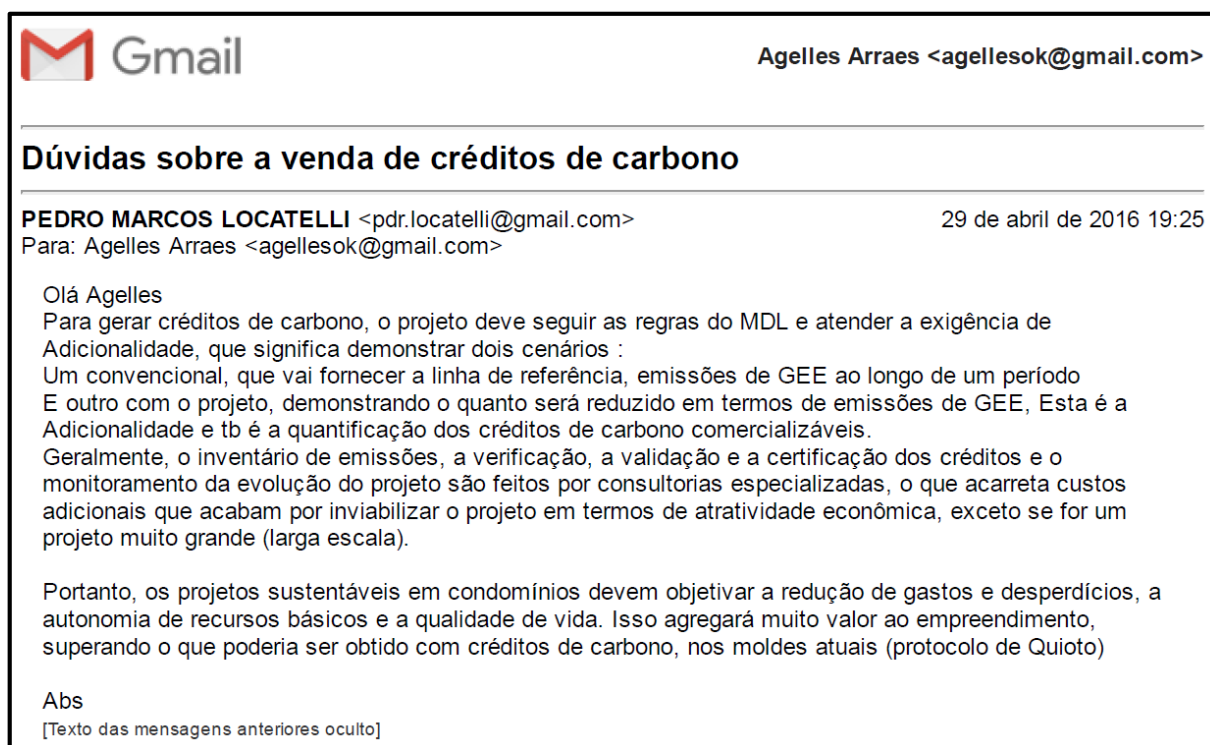
ANEXOS

Figura 10: Crédito de carbono.



Fonte: Locatelli (2016).

Figura 11: Crédito de carbono.



Fonte: Locatelli (2016).