

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
RAFAEL AUGUSTO LEÃO

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO EM UMA ESCOLA PÚBLICA.**

FORMIGA-MG

2017

RAFAEL AUGUSTO LEÃO

VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO EM UMA ESCOLA PÚBLICA.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária do UNIFOR-MG, como
requisito para obtenção do título de bacharel
em Engenharia Ambiental e Sanitária.
Orientadora: Prof^a. Dra. Kátia Daniela Ribeiro

FORMIGA-MG

2017

L437 Leão, Rafael Augusto.

Viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico em

uma escola pública / Rafael Augusto Leão. - 2017.

45 f.

Orientadora: Kátia Daniela Ribeiro.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária)-Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2017.

RAFAEL AUGUSTO LEÃO

VIABILIDADE ECONÓMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
FOTOVOLTAICO EM UMA ESCOLA PÚBLICA.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária do UNIFOR-MG, como
requisito para obtenção do título de bacharel
em Engenharia Ambiental e Sanitária.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dra. Kátia Daniela Ribeiro
Orientadora



Prof. Dr. Alex Magalhães de Almeida.
UNIFOR-MG



Prof. Luís Henrique Silva Soares.
UNIFOR-MG

Formiga, 04 de Dezembro de 2017.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.”

Mahatma Gandhi.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, por me proporcionar sabedoria e paciência, pois com sua benção, consegui chegar a mais uma realização em minha vida.

Aos meus pilares, dessa jornada de cinco anos, que não poderia deixar de mencionar, no qual inicio falando de minha mãe Denise, uma guerreira que sempre me puxou a orelha para trilhar um melhor caminho. Ao meu pai Márcio, que sempre me incentivou aos estudos, mostrando que esse era o ideal para se tornar um profissional. À minha namorada Thaíza, pela paciência e apoio em todo esse período. E ao meu irmão Vinicius, pelo incentivo e apoio prestado.

A minha professora e orientadora Kátia, pela contribuição e ensinamento para realização desse trabalho, e a todos do corpo docente da UNIFOR-MG, pela contribuição e ensinamento repassado nesse período de cinco anos.

RESUMO

No mundo atual, grande parte da matriz energética é proveniente dos combustíveis fósseis, porém são combustíveis que causam impactos ambientais e são de fontes não renováveis. Por ser uma fonte não renovável, começou-se a pensar em fontes de energias renováveis, ou fontes de energias limpas. O Brasil hoje se destaca com 43,5% de fontes de energias limpas, sendo a energia das hidrelétricas a responsável por gerar eletricidade para nossas residências. Mas nem todos brasileiros usufruem dessa energia, estima-se que somente no Nordeste, 2,5 milhões de famílias residem sem iluminação, por omissão de investimento por partes das concessionárias de energia. Uma solução para resolver esse problema seria o investimento do sistema solar isolado. No Brasil, a energia solar é pouco utilizada, numa região mundial de alto poder de radiação solar. A ideia desse trabalho é verificar se realmente é viável o uso do sistema solar fotovoltaico ligado à rede convencional, e nada melhor do que um prédio público para incentivar a população a aumentar a matriz de energias renováveis, e com uma fonte que não gera nenhum impacto ambiental. Grande parte das empresas revendedoras de sistema de energia fotovoltaica promete como marketing a redução de 95% na sua conta de energia logo no primeiro mês. Mas, após o estudo de viabilidade, nota-se que as duas empresas que repassaram seus orçamentos ofereceram 67% e 77% de lucro ao mês. O prédio público utilizado nesse trabalho foi uma escola que possui alunos em tempo integral, no qual o valor economizado na conta de energia poderá ser investido em projetos ambientais na escola, como reaproveitamento de papel e horta comunitária.

Palavras-chave: Energias renováveis. Energia fotovoltaica. Viabilidade.

ABSTRACT

In today's world, much of the energy matrix comes from fossil fuels, but they are fuels that cause environmental impacts and are from non-renewable sources. Being a non-renewable source, people began to think about renewable sources of energy, or sources of clean energies. Brasil today stands out with 43.5% of clean energy sources, with hydroelectric power being responsible for generating electricity for our homes. But not all Brazilians enjoy this energy, it is estimated that in the Northeast alone 2.5 million families live without lighting due to the omission of investment by parts of the energy concessionaires. One solution to solve this problem would be the investment of the isolated solar system. In Brasil, solar energy is little used, in a world region with high solar radiation power. The idea of this work is to verify if it is really feasible to use the photovoltaic solar system connected to the conventional grid, and nothing better than a public building to encourage the population to increase the matrix of renewable energies, and with a source that generates no impact environmental. Most photovoltaic system reseller companies promise to market their 95% reduction in their energy bill in the first month. But after the feasibility study, the two companies that passed their budgets offered 67% and 77% of profit per month. The public building used in this work was a school that has full-time students, in which the value saved in the energy bill could be invested in environmental projects in the school, such as reuse of paper and community garden.

Keywords: Renewable energies. Photovoltaics. Viability.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1	Repartição da oferta interna de energia	15
Figura 2	Diagrama dos processos de conversão de energia de biomassa .	16
Figura 3	Corte de uma Usina Hidrelétrica Genérica	17
Figura 4	Localização das Usinas Hidrelétricas Brasileiras	18
Figura 5	Consumo final de energia por fonte, em 2016	20
Figura 6	Evolução da demanda total de energia por fonte até 2050	21
Figura 7	Evolução da participação das fontes na demanda total de energia até 2050	21
Figura 8	Visão geral da metodologia de projeção da demanda de energia.	22
Figura 9	Sistema de geração de energia fotovoltaica	24
Figura 10	Composição da instalação de painéis fotovoltaicos em 2012 (MWp e %)	25
Figura 11	Fachada da instituição em estudo, localizada em Arcos – MG	29
Gráfico 1	Histórico do consumo de energia da escola do Santo Antônio	32

LISTA DE TABELAS.

Tabela 1	Média do ano 2017 da taxa SELIC	31
Tabela 2	Orçamentos do sistema fotovoltaico	33
Tabela 3	Estudo simplificado de viabilidade da Empresa A	34
Tabela 4	Estudo simplificado de viabilidade da Empresa B	35
Tabela 5	Payback simples Empresa A	36
Tabela 6	Payback simples Empresa B	36
Tabela 7	Payback descontado Empresa A	36
Tabela 8	Payback descontado Empresa B	37
Tabela 9	Payback simples Empresa B com inclusão das tarifas 2015	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN – Balanço Energético Nacional
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais
CEPEL – Centro de Pesquisas em Energia Elétrica
CH₄ – Metano
CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica de Salvo Brito
EA – Educação Ambiental
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
GLP – Gás Liquefeito de Petróleo
GTZ – *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*
GW – Giga Watt
kWh – Quilowatt-hora
MG – Minas Gerais
MME – Ministério de Minas e Energia
MWp – Mega Watt-pico
NREL – *National Renewable Energy Laboratory*
OIE – Oferta Interna de Energia
ONU – Organização das Nações Unidas
PNE – Plano Nacional de Energia
PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes de Energia Elétrica
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio-ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SELIC – Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
TWh – Tera Watt-hora

SUMÁRIO

1	Introdução	12
2	Objetivo	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	Revisão bibliográfica	14
3.1	Matriz energética brasileira	14
3.1.1	Biomassa da cana	15
3.1.2	Hidráulica	16
3.1.3	Petróleo e gás natural	19
3.2	Consumo de energia	20
3.3	Energia solar	22
3.3.1	Viabilidade para a instalação de sistemas fotovoltaicos	25
3.4	Incentivos governamentais	26
3.5	Educação ambiental	27
4	Metodologia	29
4.1	Local de estudo	29
4.2	Levantamento e análise de dados	29
5	Resultados e discussão	32
5.1	Orçamentos	32
5.2	Estudos de viabilidade simples	34
5.3	Viabilidade usando o payback	35
5.4	Comparação entre aumento da tarifa x inflação	38
5.5	Investimento em educação ambiental	39
6	Considerações finais	41
	Referências	42

1 INTRODUÇÃO.

A grande parte da matriz energética mundial hoje é proveniente dos combustíveis fósseis, uma fonte de energia limitada e com alto poder de impacto ambiental, desde a extração até seu consumo.

Os combustíveis fósseis sempre foram vistos com ambição por grande parte das autoridades mundiais, servindo até mesmo de estopim para guerras, como no caso da Guerra do Golfo, em 1991.

Com o protocolo de Kyoto assinado em 1997, o mundo começou a desenvolver novas tecnologias de energias, as energias renováveis ou as chamadas energias limpas. Hoje, o Brasil se destaca com mais de 40% de fonte de energia renovável, com o destaque para a biomassa da cana e a energia hidráulica.

Devido à localização do Brasil, sua maior parte na região intertropical, a energia solar pode ser uma das alternativas de energias renováveis, com mais utilidade, podendo ser até destaque na matriz energética do país. Porém, hoje, a sua participação na matriz energética é insignificativa, pois somente a energia solar térmica para aquecimento de água tem despertado interesse na sociedade.

Assim, a ideologia desse trabalho tem o intuito de incentivar e demonstrar a vantagem de se utilizar uma fonte de energia limpa em uma repartição pública. A fonte de energia de estudo foi a solar fotovoltaica. A repartição escolhida foi uma escola pública, que foi classificada como uma microgeração distribuída, conectada na rede (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2015).

Além de incentivar o uso de uma energia renovável e tornar a instituição autossustentável em energia, o presente estudo permitirá que, da verba que for economizada de energia elétrica após a implantação do sistema fotovoltaico, investimentos possam ser feitos em educação ambiental, como por exemplo, a criação de uma horta comunitária, ou projetos de reaproveitamento de papéis utilizados durante o ano para criação de novos materiais escolares para crianças carentes.

2 OBJETIVO.

2.1 Objetivo geral.

Avaliar a viabilidade de implantação de um sistema solar fotovoltaico em uma escola pública.

2.2 Objetivos específicos.

- ✓ Estudar a matriz energética brasileira;
- ✓ Apresentar a demanda interna de energia no Brasil;
- ✓ Discriminar sobre energia solar;
- ✓ Avaliar a viabilidade econômica de instalação de energia fotovoltaica numa escola pública;
- ✓ Caracterizar os possíveis incentivos governamentais quanto à temática estudada;
- ✓ Propor práticas de educação ambiental que podem ser implantadas na escola pública.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

3.1 Matriz energética brasileira.

Para Vecchia (2010, p.3):

É difícil conceituar energia por ser algo abstrato, sem substância física, que não se pode ver, criar ou destruir, a ponto de alguns autores preferirem a não definir, a não ser matematicamente, de forma bastante operacional[...]. Para a física, energia é a capacidade de produzir trabalho e transferir calor ou alterar a matéria. Trabalho é o resultado de uma força sobre o deslocamento de um corpo.

De acordo com Cerqueira e Francisco (2007), a energia está inserida em todo contexto, da humanidade, seja para locomoção, iluminação ou até mesmo uma simples atividade realizada em casa, sendo que essas energias são provenientes de recursos naturais, encontrando-se em dois tipos:

- Fontes não renováveis: são provenientes de recursos naturais que podem vir a se esgotar a qualquer momento, que não tem capacidade de se renovar, com grande destaque para a maior fonte de energia mundial, no momento, que é o petróleo.
- Fontes renováveis: São provindas de recursos naturais que tem capacidade de se refazer, ou seja, é ilimitado. São consideradas energias “limpas”.

Segundo Vichi e Mansor (2009, p. 758):

A matriz energética consiste, numa definição simplificada, de uma descrição de toda a produção e consumo de energia de um país, discriminada por fonte de produção e setores de consumo. A matriz pode ser tão detalhada quanto se deseje. No Brasil, a descrição disponível mais detalhada que se tem é o Balanço Energético Nacional (BEN), que é elaborado anualmente pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sendo publicado pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Conforme mostrado no Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2017b), a repartição da oferta interna de energia (OIE) no Brasil é feita da seguinte forma (FIG. 1), destacando-se no país fontes de energias não renováveis.

Figura 1- Repartição da oferta interna de energia – OIE.



Fonte: BRASIL, 2017b, p.15.

3.1.1 Biomassa da cana.

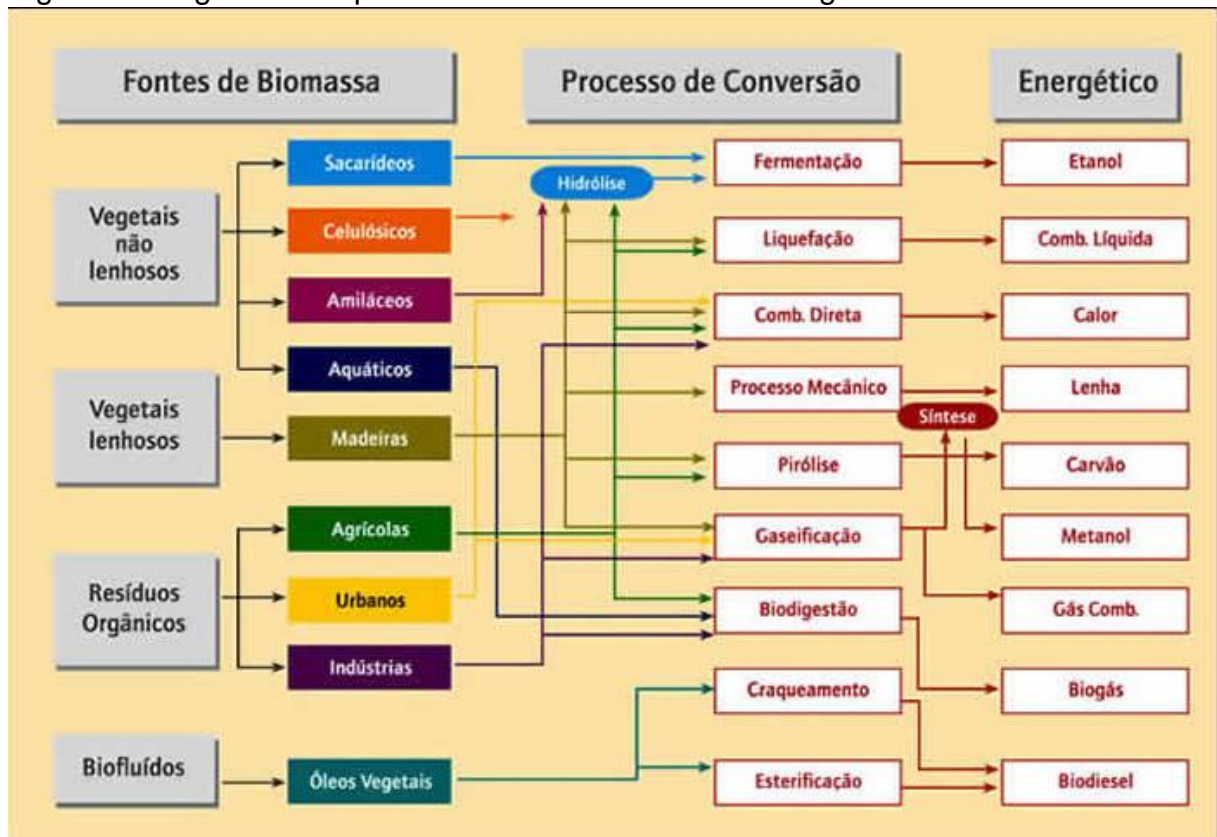
Segundo Gago et al. (2010, p.9)

Através da fotossíntese, as plantas capturam energia do sol e transformam em energia química. Esta energia pode ser convertida em eletricidade, combustível ou calor. Qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa.

A biomassa pode ser separada em duas ordens: a biomassa usual, como é o caso da lenha, carvão vegetal, palha e casca de arroz, resíduos vegetais e animais; e a biomassa recente, que se trata dos resíduos da aplicação industrial da madeira, bagaço de cana, culturas energéticas e resíduos urbanos (DANTAS, 2010).

Ainda segundo Gago et al. (2010, p.20) “Quanto às técnicas utilizadas para transformar matéria-prima em energético, existem várias. Cada uma dá origem à determinado derivado e está em um nível diferente do ponto de vista tecnológico”, conforme mostra a FIG. 2.

Figura 2- Diagrama dos processos de conversão de energia de biomassa.



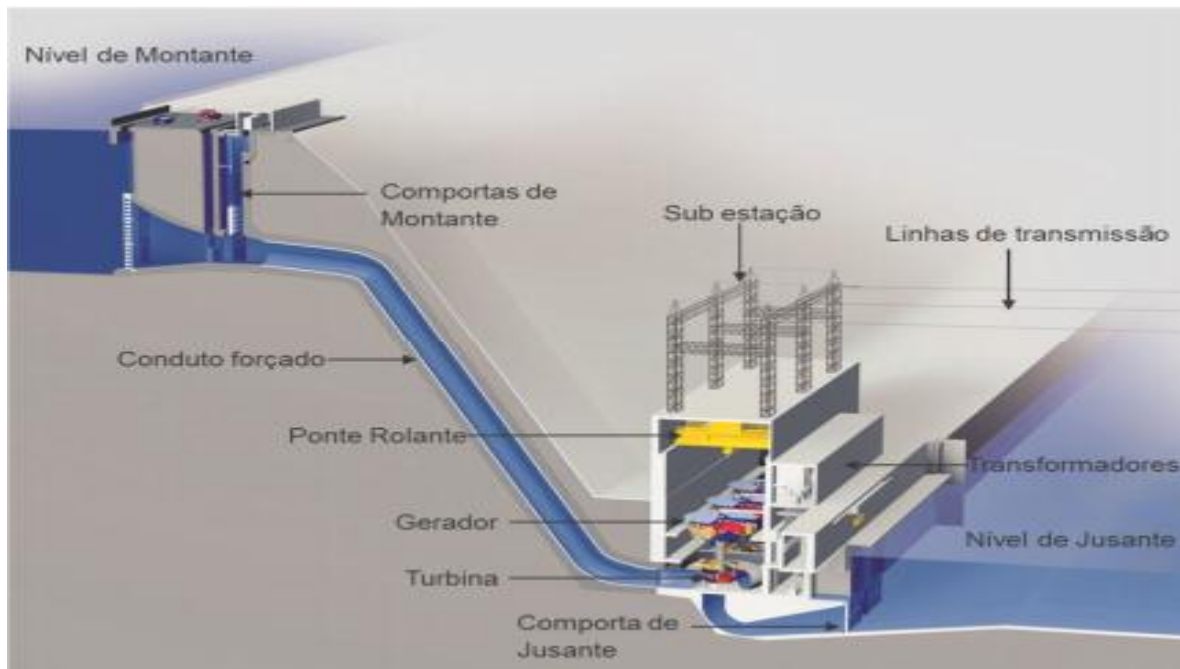
Fonte: Gago et al. (2010, p.20)

3.1.2 Hidráulica.

Branco (1991, p. 66) diz que “a energia hidrelétrica constitui uma das formas mais “limpas” de energia: não produz fumaça, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio ou de enxofre nem gera resíduos radioativos”.

A produção de energia elétrica em benefício hídrico passa sobretudo por três estágios de alterações: no começo, a energia potencial da água acondicionada em uma barragem superior, em um nível de cheia, é convertida em energia cinética, durante o transporte do fluente por sistema hidráulico forçado a caminho da turbina hidráulica, que transformara parte desta energia em torque mecânico disponibilizado em um eixo, voltando o fluente ao rio, em um nível abaixo. O eixo da turbina está diretamente acionado a um gerador que, por sua vez, fará a transformação da energia mecânica em elétrica (TENAGLIA, 2017), conforme mostrado na FIG. 3.

Figura 3 – Corte de uma Usina Hidrelétrica Genérica.

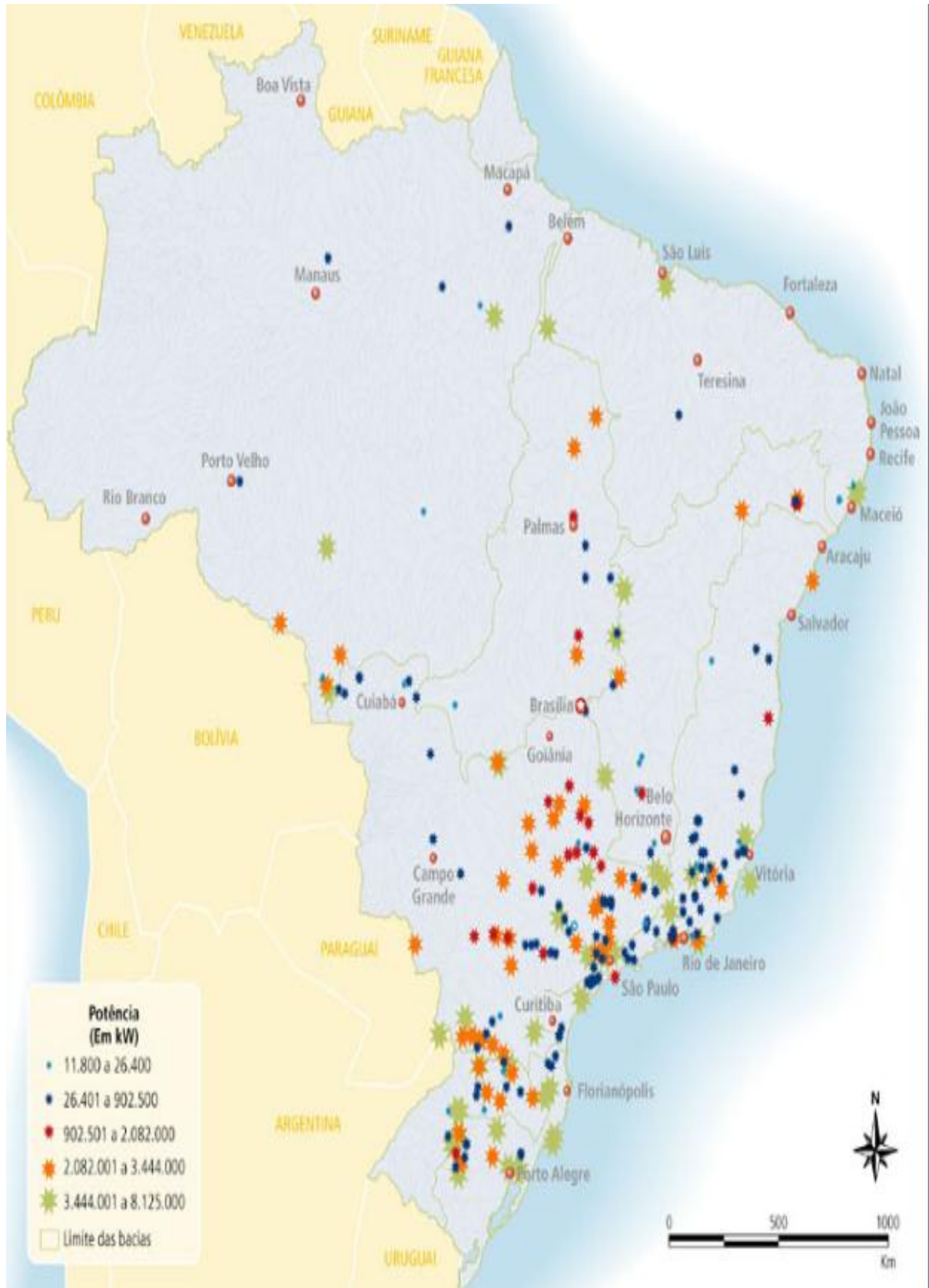


Fonte: TENAGLIA, 2017, p.53

A energia hídrica é usufruída em mais de 160 países, entretanto cinco (Brasil, Canadá, China, Rússia e Estados Unidos) são responsáveis por mais de 50 % do fornecimento global. Atualmente, a eficiência instalada é de 882 GW, com um potencial previsto em 15.900 TWh. (VICHI; MANSOR, 2009).

Segundo o Plano Nacional de Energia-PNE 2030 (BRASIL, 2007), “Hoje, as usinas estão distribuídas por quase todo o país, à exceção da maior parte da região Norte e Centro-Oeste, onde se concentra o potencial a desenvolver”, conforme FIG. 4.

Figura 4 – Localização das Usinas Hidrelétricas Brasileiras.



Fonte: BRASIL, 2007, p.78.

3.1.3 Petróleo e Gás Natural.

O petróleo e o gás natural são combustíveis fósseis e foram formados há milhões de anos. Há duas teorias sobre a origem do combustível fóssil: a teoria inorgânica supõe que os materiais orgânicos já existiam na Terra desde a sua formação; e a teoria orgânica, de maior aceitação, propõe que é o resultado de um processo de decomposição e soterramento de plantas e animais, que ocorre após um longo período de tempo. (VECCHIA, 2010, p 93.)

O petróleo é detectado na camada inferior da Terra, acompanhado pelo gás natural. Ambos são um composto de hidrocarbonetos, trazendo também presença de enxofre e traços de outros elementos químicos. Na constituição do petróleo, o carbono simboliza dentro de 83 e 86% da sua essência e o hidrogênio dentro de 11 e 13%. (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

Segundo Martins et. al (2015), o petróleo é um combustível fóssil que oferece numerosas finalidades e aplicabilidades. Além da utilização na indústria automobilística. Ele se destaca por ser matéria-prima e/ou integrante de diversos objetos como plásticos, calçados e cosméticos. Ostenta também ampla capacidade energética, já que grande parcela da geração de energia mundial é baseada neste combustível.

O gás natural tem o metano (CH_4) como seu principal elemento que, depois de ser tratado e processado, é amplamente empregado em indústrias, comércio, residências e em veículos (BELICO DOS REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

Segundo a ANEEL (2012, p. 89):

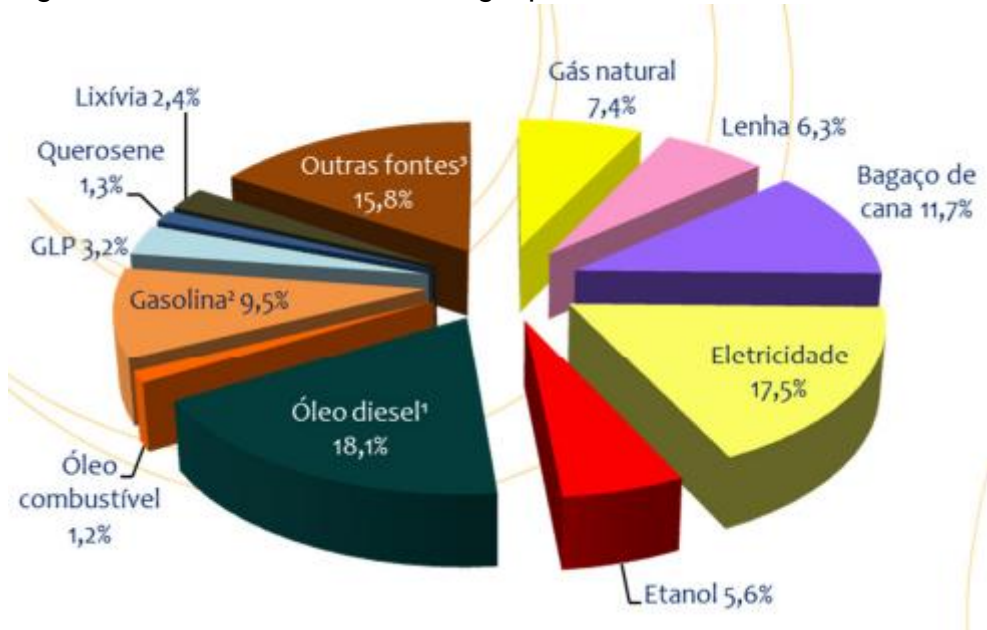
Além de insumo básico da indústria gasoquímica, o gás natural tem se mostrado cada vez mais competitivo em relação a vários outros combustíveis, tanto no setor industrial como no de transporte e na geração de energia elétrica. Neste último caso, a entrada do gás natural na matriz energética nacional, conjugada com a necessidade de expansão do parque gerador de energia elétrica e com o esgotamento dos melhores potenciais hidráulicos do país, tem despertado o interesse de analistas e empreendedores em ampliar o uso do gás natural na geração termelétrica.

Ainda segundo a ANEEL (2012, p. 91), “nos últimos anos, esse quadro tem se modificado substancialmente, tornando o gás natural uma das principais alternativas de expansão da capacidade de geração de energia elétrica em vários países, inclusive no Brasil”.

3.2 Consumo de energia.

A demanda final de energia por origem, em 2016, ficou distribuído conforme a FIG 5 a seguir . (BRASIL, 2017).

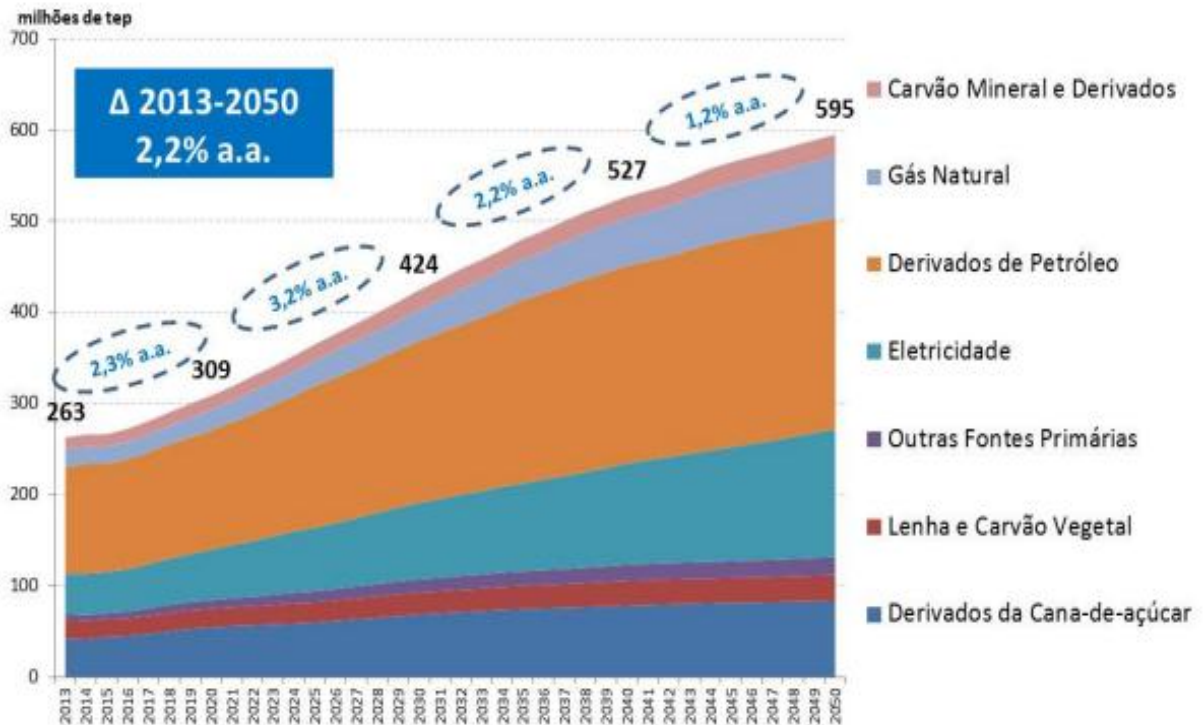
Figura 5 - Consumo final de energia por fonte, em 2016.



Fonte: Brasil, 2017 b, p.19.

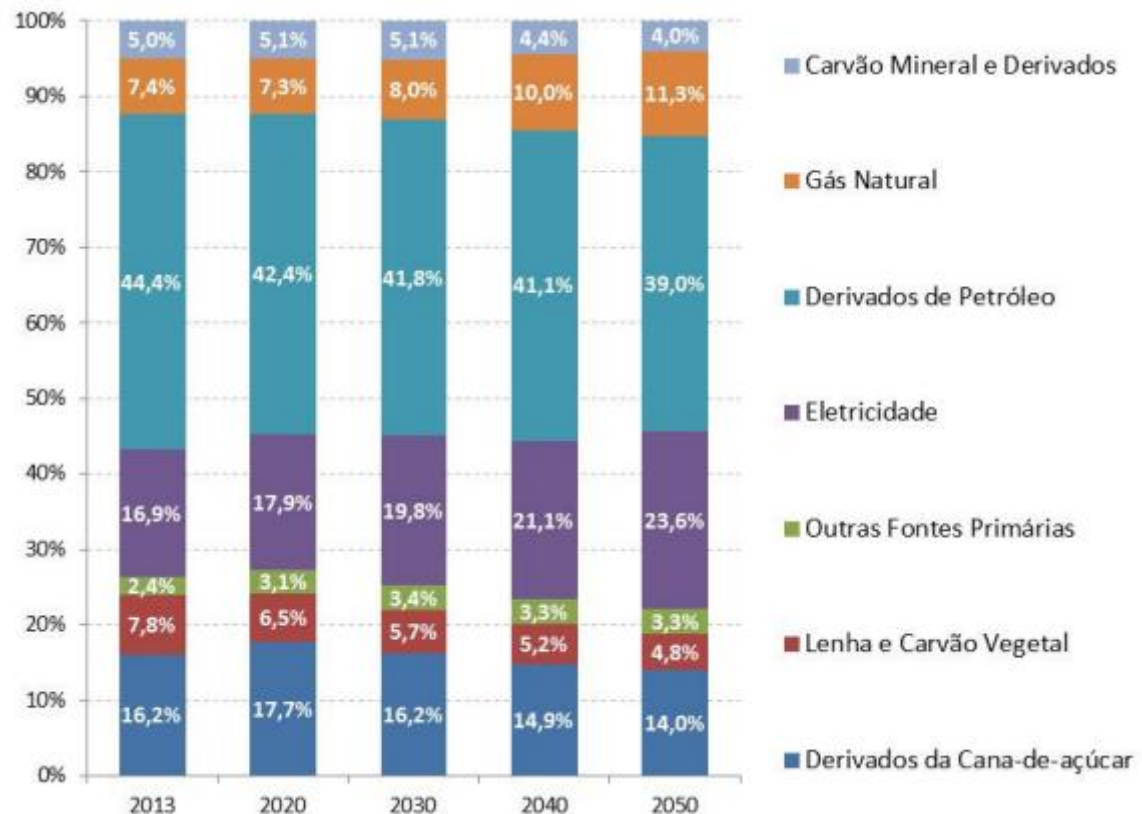
No intervalo de 2013-2050, considera-se que a busca brasileira integral de energia expanda um pouco mais quando confrontada com o ano de 2016, com o realce para o progresso do gás natural, da eletricidade e dos originários de petróleo e da cana de açúcar (BRASIL, 2016), conforme FIG. 6 e 7.

Figura 6 - Evolução da demanda total de energia por fonte até 2050.



Fonte: Brasil, 2016, p. 53.

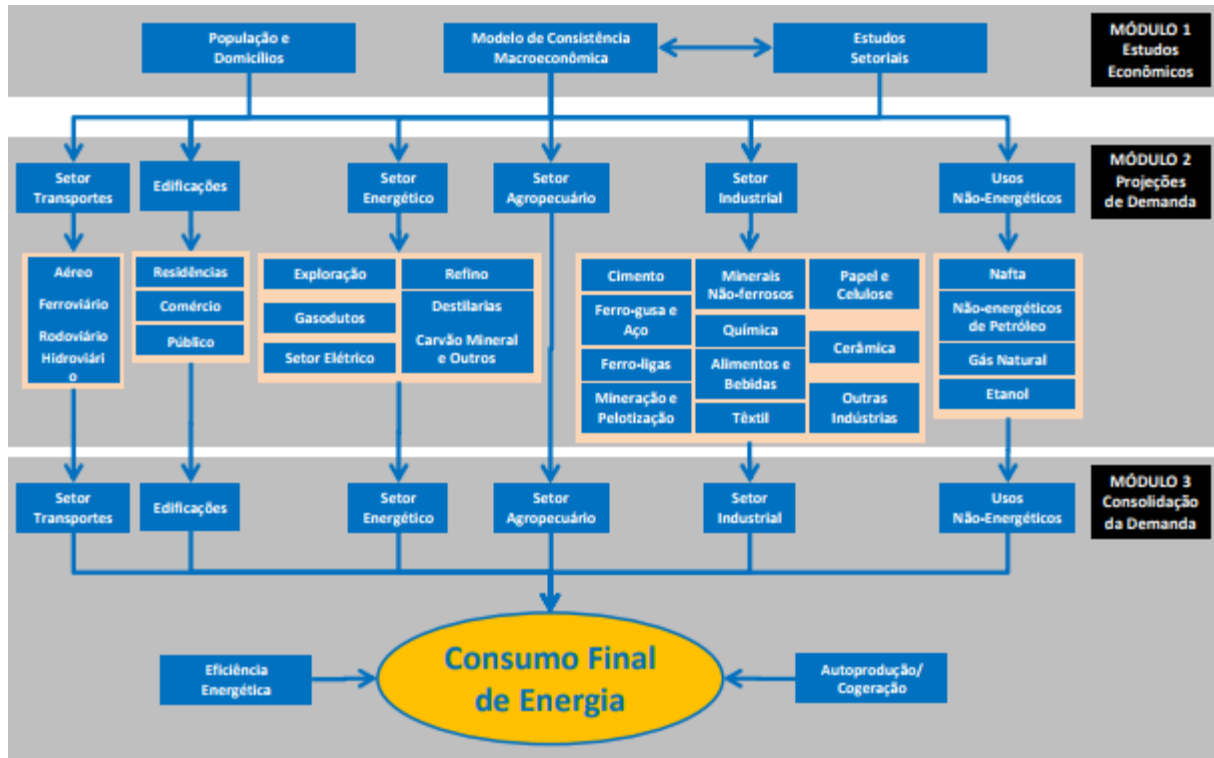
Figura 7 - Evolução da participação das fontes na demanda total de energia até 2050.



Fonte: Brasil, 2016, p. 54.

A interpretação integral do sistema da procura de energia de extenso período pode ser distribuída conforme a FIG. 8 (BRASIL, 2016).

Figura 8 - Visão geral da metodologia de projeção da demanda de energia.



Fonte: Brasil, 2016, p. 52.

3.3 Energia Solar.

Segundo Guerra Ferreira (1993), sempre que se fala em energia solar pode-se pensar que o sol é o princípio de aproximadamente todas as diversas fontes de energias.

O sol proporciona anualmente, para a atmosfera terrestre, $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia. Esse valor é significativo, equivalendo a 10000 vezes a utilização mundial de energia neste mesmo intervalo. Este fato vem apontar que, além de ser incumbido pela continuidade da vida na Terra, a radiação solar consiste numa inesgotável fonte energética, apresentando um enorme potencial de consumo por meio de sistemas de captação e transformação em outra forma de energia. (Centro de Referência para Energia solar e Eólica de Salvo Brito - CRESESB, 2006)

Ainda segundo a CRESESB (2006, p 6):

Uma das possíveis formas de conversão da energia solar é conseguida através do efeito fotovoltaico que ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas. Estas células são componentes optoeletrônicos que convertem diretamente a radiação solar em eletricidade. São basicamente constituídas de materiais semicondutores, sendo o silício o material mais empregado.

A transformação de energia solar em eletricidade acontece de modo tranquilo, sem lançamento de gases, não precisando de operador para o sistema. Apenas a componente luminosa da energia solar é útil para a modificação fotovoltaica (TORRES, 2012).

A FIG. 9. Representa o passo a passo de como funciona o sistema de energia solar fotovoltaica, onde:

1 - O Painel Solar gera a energia solar fotovoltaica.

O Painel Solar reage com a luz do sol e produz energia elétrica (energia fotovoltaica). Os painéis solares, instalados sobre o seu telhado, são conectados uns aos outros e então conectados no seu Inversor Solar:

2 - O Inversor Solar converte a energia solar para a sua casa ou empresa.

Um inversor solar converte a energia solar dos seus painéis fotovoltaicos (Corrente Contínua - CC) em energia elétrica que pode ser usada em sua Casa ou Empresa para a TV, Computador, Máquinas, Equipamentos, e qualquer equipamento elétrico (Corrente Alternada - AC) que você precise usar:

3 - A Energia Solar é distribuída para sua casa ou empresa.

A energia que sai do inversor solar vai para o seu “quadro de luz” e é distribuída para sua casa ou empresa, e assim reduz a quantidade de energia que você compra da distribuidora.

4 - A Energia Solar é usada por utensílios e equipamentos elétricos.

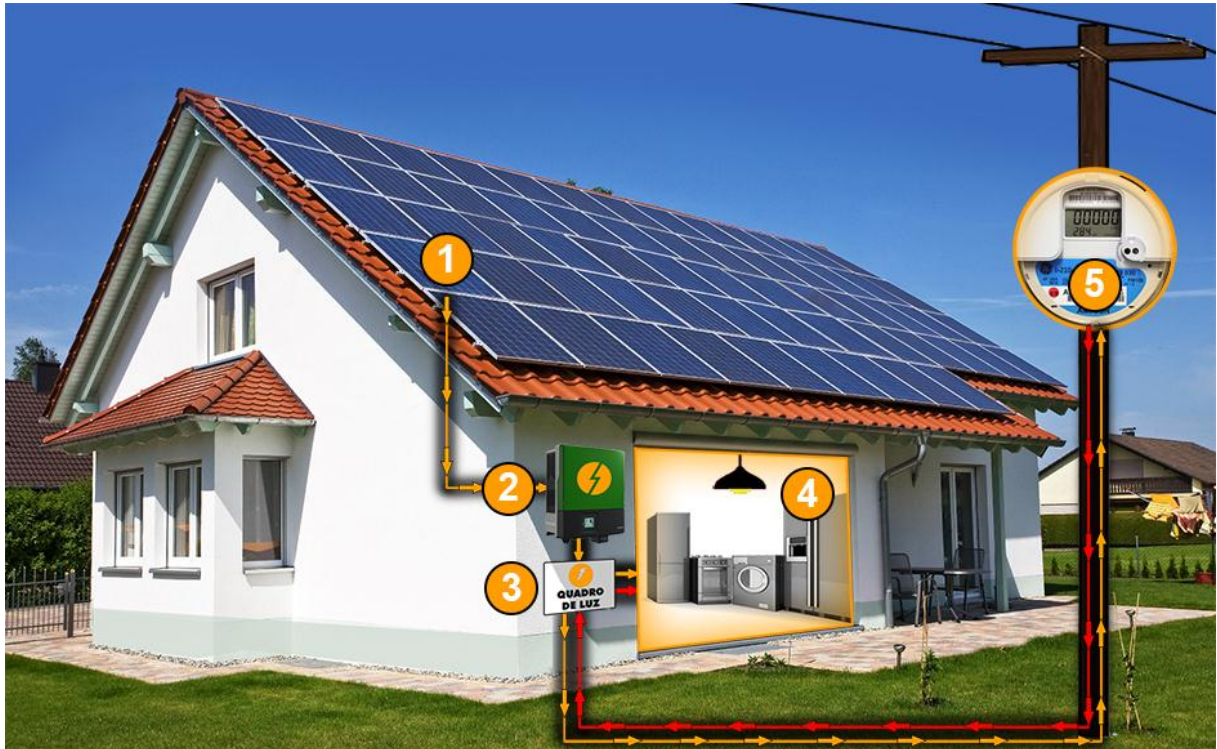
A energia solar pode ser usada para TVs, Aparelhos de Som, Computadores, Lâmpadas, Motores Elétricos, ou seja, tudo aquilo que usa energia elétrica e estiver conectado na tomada.

5 - O excesso de energia vai para a rede da distribuidora gerando créditos.

O excesso de eletricidade volta para a rede elétrica através do relógio de luz (relógio de luz bi-direcional). Esse relógio de luz mede a energia da rua que é consumida quando não tem sol e, a energia solar gerada em excesso quando tem muito sol e é injetada na rede da distribuidora. A energia solar que vai para a rede vira "créditos de energias" para serem utilizados de noite ou nos próximos meses. Em outras palavras:

you produce clean energy with the sun's light and reduce your electricity bill (PORTAL SOLAR, 2017.)

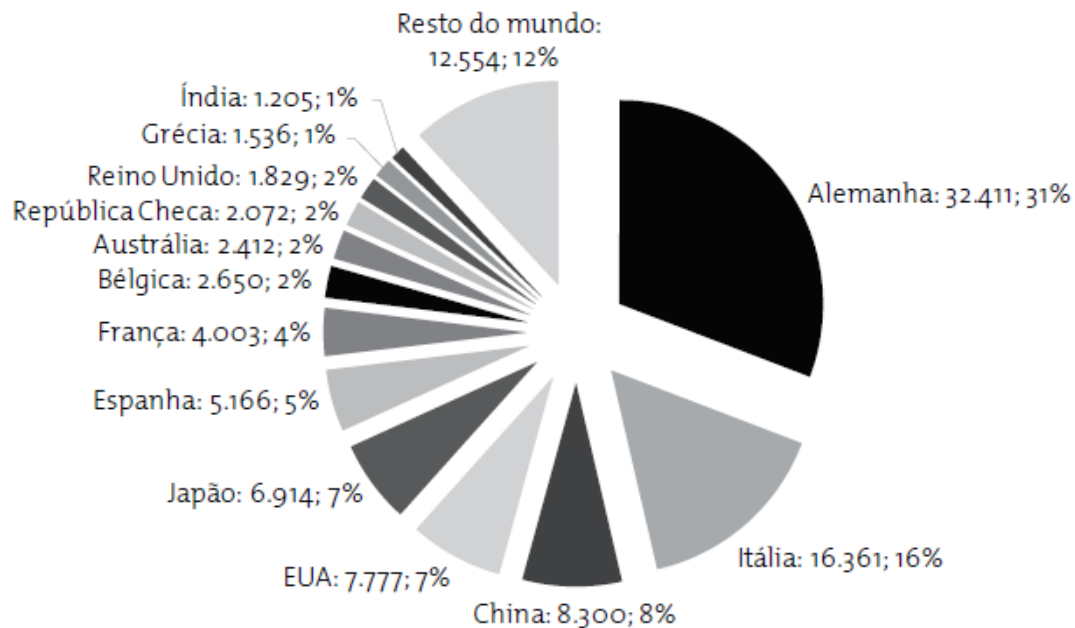
Figura 9 – Sistema de geração de energia solar fotovoltaica.



Fonte: Portal Solar, 2017.

A FIG. 10 revela que a Europa, principalmente a Alemanha, é a principal utilizadora em relação ao mercado fotovoltaico (BRASIL, 2013).

Figura 10 - Composição da instalação de painéis fotovoltaicos em 2012 (MWp e %).



. Fonte: Brasil, 2013, p. 12.

3.3.1 Viabilidade para a instalação de sistemas fotovoltaicos.

Em uma avaliação superficial, as energias renováveis, teoricamente, encontram-se com valor final da energia mais excessivo do que o sistema convencional centralizado de abastecimento de eletricidade. No entanto, a facilidade com que esta energia é produzida promove uma redução de valores, quando todos os métodos necessários são avaliados (SHAYANI; OLIVEIRA; CAMARGO. 2006).

Ainda segundo Shayani, Oliveira e Camargo (2006):

Os recursos fósseis precisam, intrinsecamente, serem extraídos dos locais onde estão concentrados, transportados para as refinarias onde são preparados para a queima, movidos novamente para as usinas e, após a geração de eletricidade, esta deve ser transmitida através de linhas de alta tensão para o consumidor, enquanto que os resíduos devem ser eliminados. A utilização de máquinas rotativas, tais como turbina e gerador, necessitam de uma rotina de manutenção mais complexa, devido ao desgaste natural das peças móveis, além de gerar poluição sonora durante o seu funcionamento.

Segundo Cabral e Vieira (2012, p. 3), “em uma região com insolação de 5h por dia, que é a média no Brasil, por mês, uma placa pode fornecer 19,5 kWh. [...]”. Ao observar a geração de energia e utilização de painéis fotovoltaicos em habitações, os autores consideram, para esse fim, uma família composta de quatro pessoas, que consomem por média de 220 kWh/mês e que se encaixam dentro do parâmetro de

consumo de classe de baixa renda. Assim, concluíram que seriam fundamentais aproximadamente 12 painéis para satisfazer a demanda da família especificada. Nesse ponto de vista, com relação à quantidade em atender essa necessidade energética, os autores comprovaram que a utilização de energia solar é viável.

Segundo Giampietro (2004), nas zonas rurais do Nordeste, por volta de 2,5 milhões de famílias residem sem iluminação, devido tratar-se de regiões atrasadas, nas quais as grandes distribuidoras de energia elétrica não estão dispostas a arriscar altos orçamentos e aplicações para transportar energia elétrica para esses habitantes. Nesse caso, os autores relatam que um dos meios mais prováveis para sanar tal problema seria aproveitar formas de energia alternativa, como a solar, que poderia ser consumida nas zonas rurais, descentralizando, dessa forma, o abastecimento de energia.

3.4 Incentivos governamentais.

Segundo Silva (2015):

No Brasil, a fonte solar também tem sido alvo de estímulos. Obviamente, e nem deveria ser diferente, em virtude de o País dispor de alternativas de energia limpa mais baratas, os incentivos não são da mesma magnitude daqueles verificados em outros países, carentes da diversidade de fontes de energia. [...]. A matriz energética de países europeus, dos Estados Unidos, da China, do Japão e da Austrália, é majoritariamente fóssil, o que leva ao aumento dos apoios a fontes alternativas como forma de reduzir as emissões e diversificar a matriz.

Diversas iniciativas, incluindo sistemas fotovoltaicos para eletrificação rural, foram desenvolvidas juntamente com concessionárias de energia e companhias. Entre elas, pode-se mencionar o Programa Luz Solar elaborado em Minas Gerais o Programa Luz do Sol na região Nordeste e o Programa Luz no Campo, de proporção nacional. Contudo, a primeira iniciativa que realmente incorporou o uso da energia fotovoltaica em domínio nacional foi o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), sendo considerado um dos maiores programas de eletrificação rural utilizando sistemas fotovoltaicos nos países em desenvolvimento. (VARELLA; CAVALIERO; PERES DA SILVA, 2008).

Para estimular o aproveitamento de fontes alternativas de energia, foi elaborado em 26 de abril de 2002, pela Lei nº 10.438, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) que foi reformulado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, que assegurou a presença de um número

superior de estados no Programa, além de englobar o incentivo à indústria nacional e descartar os consumidores de baixa renda da divisão da compra da nova energia (FUNCHAL, 2008).

A Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) vem concentrando trabalhos, desde 1986, para integrar a eletrificação fotovoltaica no conjunto de opções de atendimento a clientes remotos de baixa renda e de baixo gasto de eletricidade. A fim de se cumprir este objetivo, foram implantados inúmeros equipamentos que usufruem a energia solar fotovoltaica, tanto experimentais como de demonstração. Isto foi possível devido ao suporte dado por parte das instituições tanto nacionais quanto internacionais, tais como o Centro de Pesquisas em Energia Elétrica - CEPEL, *National Renewable Energy Laboratory* – NREL, *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* – GTZ, Ministério de Minas e Energia com o apoio do PRODEEM. A CEMIG planejava aumentar o índice de assistência rural para, aproximadamente 100% nos 774 municípios de sua área de concessão até o fim de 2003. (CABRAL, 2006).

3.5 Educação Ambiental.

Diversos acontecimentos internacionais foram realizados na segunda metade do século XX e a referência inicial de interesse pela Educação Ambiental (EA), aconteceu no ano de 1972 com a primeira Conferência Mundial do Meio Ambiente Humano. Realizada em Estocolmo (Suécia) e invocada pela ONU (Organização das Nações Unidas), que se encontrava sob impacto propiciado pelo relatório de Roma, durante o encontro, precaução com a perda da qualidade ambiental ganhou destaque e a educação dos indivíduos para o uso mais estabilizado dos recursos foi marcada como uma das estratégias para a solução dos problemas ambientais (BASSETE, 2008).

Dessa forma, o surgimento e desenvolvimento da EA como ferramenta de ensino está diretamente pertencente ao movimento ambientalista, pois é a consequência da conscientização da dificuldade ambiental. A ecologia, como ciência global, apresentou a apreensão com os problemas ambientais, aparecendo a

necessidade de se educar no sentido de preservar o meio ambiente (SANTOS¹, 2007 apud CUBA, 2010).

Segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD, 2017), a legislação básica da Educação Ambiental é composta por:

Lei Federal Nº 9.795, de 27 de Abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental.

Decreto Nº 4.281, de 25 de Junho de 2002. Regulamenta a Lei que institui a Política Nacional de Educação Ambiental.

Lei Estadual nº 15.441, de 11 de Janeiro de 2005. Dispõe sobre a educação ambiental no Estado de Minas Gerais.

Lei Federal Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

Decreto nº 88.351, de 01 de Junho de 1983. Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

Deliberação Normativa COPAM nº 214, de 26 de Abril de 2017. Estabelece as diretrizes para a elaboração e a execução dos Programas de Educação Ambiental no âmbito dos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais.

¹ SANTOS, E.T.A. **Educação Ambiental na escola:** conscientização da necessidade de proteção da camada de ozônio. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

4 METODOLOGIA.

4.1 Local de estudo.

O presente trabalho foi realizado na escola municipal de Santo Antônio, localizada na cidade de Arcos-MG, no centro-oeste de Minas Gerais.

A escola possui um total de 73 funcionários que se responsabilizam por 591 alunos, que estão na faixa etária entre 4 a 10 anos. Desse total, 95 alunos são de tempo integral. A fachada da escola estudada é apresentada na FIG. 11.

Figura 11 – Fachada da instituição em estudo, localizada em Arcos – MG.



Fonte: O autor (2017)

4.2 Levantamento e análise de dados.

Para a realização desse trabalho, foram necessárias várias etapas de levantamentos. Inicialmente, foi escolhido um local no qual se teria apoio para se coletar os dados. Devido ao fato de se tratar de um prédio municipal, toda melhoria que for viável financeiramente e/ou um projeto que possa ser impactante para o lado positivo dentro da sociedade, a administração não coloca nenhum empecilho para repassar as informações necessárias.

Com o local definido, a segunda etapa realizada foi o levantamento de gasto energético da instituição. Para esse levantamento, foi necessário solicitar junto à prefeitura as contas de energia. Foram repassadas as contas de energia do período

de 18/07/16 a 17/01/17, que corresponde ao segundo semestre de aula e dois períodos de férias escolares, contendo assim a variação do consumo de energia.

Posteriormente, foi realizada a terceira etapa, que consistiu na realização de orçamentos do sistema fotovoltaico. Na região de Arcos – MG existe uma variedade enorme de empresas que realizam esse serviço, o que possibilitou a realização de vários orçamentos, sendo que, nesse trabalho, foram levados em consideração, além do preço, a assistência prestada e a garantia do serviço.

Analisou-se se o valor proposto pelas fornecedoras do sistema fotovoltaico seria viável para implantação, para a realização dessa viabilidade foram utilizados dois métodos: Estudo da viabilidade simplificado e o Payback.

O estudo da viabilidade simplificado, foi baseado o valor do sistema que foi repassado pelas empresas e o tempo de vida útil dos painéis solares, que são de 25 anos (ou 300 meses). Dividindo-se o valor total pela quantidade de meses e levando em consideração o valor médio pago nas contas de energia, verificou-se a viabilidade econômica do projeto de um ponto de vista mais simplificado.

Payback refere-se a um indicador para calcular o período de retorno de um investimento, no caso do presente estudo, o projeto de sistema fotovoltaico. Foram realizados dois métodos de cálculo de payback, sendo um simples e um descontado. A principal diferença entre os dois, é que o payback descontado calcula o valor transitório do dinheiro, ou seja, renova os movimentos futuros de caixa a uma taxa de investimento no mercado financeiro, trazendo os movimentos a valor vigente, para depois calcular o período de recuperação (FONSECA, 2010). Os dois métodos foram feitos com base nos orçamentos enviados pelas empresas.

O payback simples foi realizado pegando-se o valor de investimento e dividido-o pela receita anual prevista. Tal receita foi calculada com base no valor da economia estimada nos orçamentos menos a média de pagamento das contas de energia, obtendo a margem de diferença, sendo positivo ou negativo. E, em seguida, fez-se o abatimento ou a soma dessa diferença no valor cheio da economia estimada nos orçamentos para se obter a receita mensal prevista, multiplicando-se, ao final, por 12 meses para se ter a receita anual.

O outro método utilizado foi o payback descontado, em que praticamente o cálculo é o mesmo do payback simples, tendo como diferença que o cálculo é feito com base na taxa de juros do Sistema Especial de Liquidação e Custódia - SELIC.

Segundo o Banco Central do Brasil, (BRASIL,2017a).

Define-se Taxa Selic como a taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic) para títulos federais. Para fins de cálculo da taxa, são considerados os financiamentos diários relativos às operações registradas e liquidadas no próprio Selic e em sistemas operados por câmaras ou prestadores de serviços de compensação e de liquidação.

Para efeito de cálculo do payback descontado, foi coletada a porcentagem de juros da taxa SELIC durante o ano de 2017. Esses juros são alterados no período de 45 dias, então foi determinado o valor médio dos juros no ano vigente, conforme a TAB. 1 abaixo.

Tabela 1 – Média do ano 2017 da taxa SELIC.

Período		Juros
02/jan	11/jan	13,65%
12/jan	22/fev	12,90%
23/fev	12/abr	12,15%
13/abr	31/mai	11,15%
01/jun	26/jul	10,15%
27/jul	06/set	9,15%
08/set	19/out	8,15%
Média anual		11,04%

Fonte: O Autor (2017)

Nota: Extraído dos dados diários da taxa SELIC do Banco Central do Brasil.

Sabendo-se que, até o mês de outubro de 2017, a média anual da taxa SELIC foi de 11,04%, e já conhecendo as informações do payback simples, foi calculado o valor de um empréstimo para demonstrar se, com a valorização do dinheiro durante o período de tempo de vida útil do sistema, vai ser viável a implantação do mesmo e em quantos anos após instalado o investimento será retornado.

Após a análise de viabilidade, foi realizada a última etapa do trabalho, que consistiu no investimento do dinheiro que será economizado com a instalação do sistema fotovoltaico em práticas ambientais. Um dos fatores importantes de optar pela escola, como objeto de estudo é que pode-se analisar a implantação de projetos voltados para a Educação Ambiental. E como a cidade possui grandes empresas, pode-se analisar também parcerias junto a elas para auxiliar nas implantações desses projetos ambientais com as crianças que estudam no tempo integral. Sendo assim, foram propostas opções de projetos ambientais nos quais pudesse ser feito o investimento do possível montante economizado.

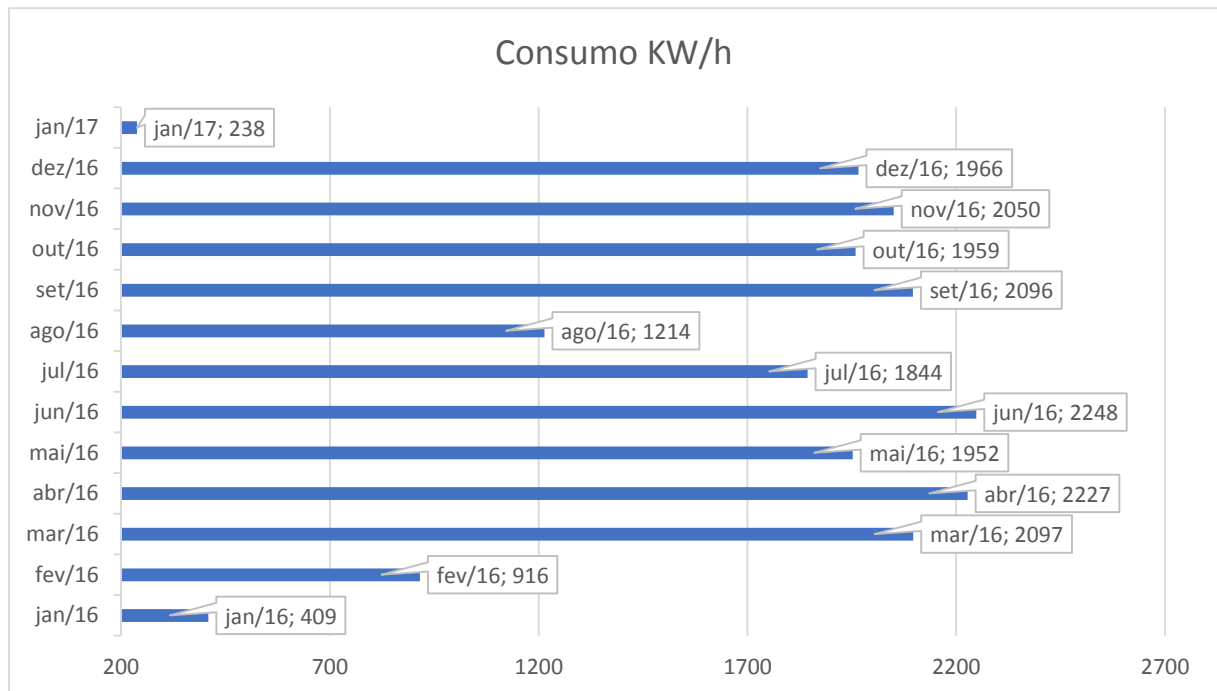
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

5.1 Orçamentos.

No levantamento dos orçamento, as empresas especializadas no setor de energia solar fotovoltaica confeccionam suas propostas com base no histórico de consumo de energia elétrica.

O Gráf. 1 apresenta o histórico de consumo de energia elétrica da escola estudada.

Gráfico 1: Histórico do consumo de energia da escola Santo Antônio.



Fonte: O autor (2017).

Pode-se notar que o consumo de energia elétrica durante o semestre de aula, é alto, principalmente se levar em consideração que a instituição funciona somente em dias úteis.

Os materiais orçados para instalação do sistema fotovoltaico na escola estão descritos na TAB. 2.

Tabela 2 – Orçamentos do sistema fotovoltaico.

Quant.	Uni.	Descrição	Empresa A	Empresa B	Observações
50					* Potência max. 265 W -50 pçs
43	Pç	Módulo fotovoltaico	X*	X**	** Potência max. 320 W - 43 pçs
1	Pç	Inversor Solar	X	X*	* 1 monitoramento incluso
1	Pç	Estrutura do telhado	X	X	
1	Pç	Kit de materiais elétricos	X	X	
1	Pç	Frete grátis	X	X	
		Instalação, projetos			
1	Pç	e solicitação de Acesso	X	X	
		à rede			
1	Pç	Acompanhamento		X	
		remoto e monitoramento			
Valor total do orçamento:			R\$ 117.958,50	R\$ 75.596,23	

Fonte: O autor (2017).

Pode-se notar que as empresas prestam praticamente o mesmo tipo de serviço, mas como cada empresa tem um método diferente de trabalhar, os seus orçamentos também se diferenciam e acabam afetando a tomada de decisão quanto à contratação dos serviços.

A Empresa A estipulou, em sua proposta, que o seu sistema fotovoltaico será composto por 50 módulos, com capacidade de gerar 1.828,66 kWh/mês. Por outro lado, a Empresa B irá realizar a instalação de 43 módulos fotovoltaicos que serão capazes de gerar 1639 kWh/mês. A média de geração de energia dos módulos de cada empresa é de 36,57 kWh/mês e 38,12 kWh/mês respectivamente. Os módulos fotovoltaicos da Empresa B gera mais energia, conseqüentemente, a quantidade de módulos é menor. E conforme as informações técnicas repassadas pela Empresa B, estima-se que cada módulo perca 22% de sua capacidade de geração.

É importante lembrar que as capacidades de geração de energia são sempre estimadas, pois o sistema é totalmente dependente da radiação solar. E como há variação da radiação solar, não é possível estabelecer um valor real, é sempre estimado.

Considerando-se somente o valor final e o serviço prestado, com certeza a opção seria pela Empresa B. Mas como se trata de um investimento de longo prazo, estudos de viabilidade econômica fazem-se necessários para estipular qual o sistema deverá ser implantado.

5.2 Estudos de viabilidade simples.

A análise simplificada de viabilidade econômica para as Empresas A e B, respectivamente, é apresentada nas TAB. 3 e 4.

Tabela 3 – Estudo simplificado de viabilidade da Empresa A.

Valor dos pagamentos das contas da Cemig		
Item	Mês	valor pago
Meses	Julho	R\$ 1.274,29
	Agosto	R\$ 828,59
	Setembro	R\$ 1.439,85
	Outubro	R\$ 1.381,45
	Novembro	R\$ 1.456,39
	Dezembro	R\$ 1.355,47
	Janeiro	R\$ 162,24
Quantidade	7	R\$ 7.898,28
Média mensal		R\$ 1.128,33

Valor do aparelho

Valor para compra do sistema **R\$ 117.958,50**

Quantidade da garantia

Ano 25
mês 300

Valor por mês do aparelho referente à garantia

Valor aparelho	mês	Valor mensal
R\$ 117.958,50	300	R\$ 393,20

Diferença entre valor pago mensal e média de pagamento

Média de pagamento	Valor mensal nos 25 anos	Diferença mensal
R\$ 1.128,33	R\$ 393,20	R\$ 735,13

Fonte: O Autor (2017).

Tabela 4 – Estudo simplificado de viabilidade da Empresa B.

Valor dos pagamentos das contas da Cemig		
Item	Mês	valor pago
Meses	Julho	R\$ 1.274,29
	Agosto	R\$ 828,59
	Setembro	R\$ 1.439,85
	Outubro	R\$ 1.381,45
	Novembro	R\$ 1.456,39
	Dezembro	R\$ 1.355,47
	Janeiro	R\$ 162,24
Quantidade	7	R\$ 7.898,28
Média mensal		R\$ 1.128,33

Valor do aparelho

Valor para compra do sistema **R\$ 75.596,23**

Quantidade da garantia

Ano 25
mês 300

Valor por mês do aparelho referente à garantia

Valor aparelho	mês	Valor mensal
R\$ 75.596,23	300	R\$ 251,99

Diferença entre valor pago mensal e média de pagamento

Média de pagamento	Valor mensal nos 25 anos	Diferença mensal
R\$ 1.128,33	R\$ 251,99	R\$ 876,34

Fonte: O autor (2017).

Pode-se notar que ambos orçamentos, considerando-se o tempo de vida útil do aparelho, são totalmente viáveis. No caso da Empresa A, ter-se-á uma margem de lucro de aproximadamente 67% ao mês; já na Empresa B, a margem de lucro é de aproximadamente 77% ao mês. Porém, esses valores referem-se a uma análise simplificada de viabilidade.

5.3 Viabilidade usando o payback.

As Tab. 5 e 6 apresentam o tempo de retorno das Empresas A e B respectivamente, obtidos por análise de payback simples.

Tabela 5 – Payback simples Empresa A.

PAYBACK SIMPLES		
INVESTIMENTO INICIAL	R\$	117.958,50
RECEITA ANUAL PREVISTA	R\$	16.304,04
DESPEZA ANUAL PREVISTA	R\$	-
LUCRO ANUAL PREVISTO	R\$	16.304,04
PAYBACK		7,2 ANOS

Fonte: O autor (2017).

Tabela 6 – Payback simples Empresa B.

PAYBACK SIMPLES		
INVESTIMENTO INICIAL	R\$	75.596,23
RECEITA ANUAL PREVISTA	R\$	10.332,00
DESPEZA ANUAL PREVISTA	R\$	-
LUCRO ANUAL PREVISTO	R\$	10.332,00
PAYBACK		7,3 ANOS

Fonte: O autor (2017).

Independentemente do valor de investimento, pode-se notar que os dois projetos têm seu retorno financeiro em aproximadamente 7 anos, e que as despesas anuais previstas não foram citadas, pois não se tem uma média de valor de manutenção, o que se pede é uma limpeza nas placas fotovoltaicas de, no mínimo, a cada 6 meses, ou menos, dependendo da poluição atmosférica da região a ser instalada. Considerando que o sistema proposto pela Empresa A tem mais módulos que o da Empresa B, pode-se sugerir que a manutenção do sistema da Empresa A tende a ficar mais cara que o da empresa B.

As Tab. 7 e 8, apresentam o tempo de retorno para o investimento nas Empresas A e B respectivamente, quando aplicada a análise de payback descontado.

Tabela 7 – Payback descontado Empresa A.

Payback Descontado						
INVESTIMENTO INICIAL		R\$	117.958,50			
RECEITA ANUAL PREVISTA		R\$	16.304,04			
DESPEZA ANUAL PREVISTA		R\$	-			
LUCRO ANUAL PREVISTO		R\$	16.304,04			
TAXA DE JUROS (i)			11,04%			
Período (n)	Ano	Investimento	Lucro nominal (FV)	Valor presente (PV)	Saldo do investimento	
	Ano 0	-R\$ 117.958,50			-R\$	117.958,50
1	Ano 1		R\$ 16.304,04	R\$ 14.683,03	-R\$	103.275,47
2	Ano 2		R\$ 16.304,04	R\$ 13.223,19	-R\$	90.052,27
3	Ano 3		R\$ 16.304,04	R\$ 11.908,49	-R\$	78.143,78

Tabela 7. Continuação.

4	Ano 4	R\$	16.304,04	R\$ 10.724,51	-R\$	67.419,27
5	Ano 5	R\$	16.304,04	R\$ 9.658,24	-R\$	57.761,03
6	Ano 6	R\$	16.304,04	R\$ 8.697,98	-R\$	49.063,05
7	Ano 7	R\$	16.304,04	R\$ 7.833,20	-R\$	41.229,85
8	Ano 8	R\$	16.304,04	R\$ 7.054,39	-R\$	34.175,46
9	Ano 9	R\$	16.304,04	R\$ 6.353,02	-R\$	27.822,44
10	Ano 10	R\$	16.304,04	R\$ 5.721,38	-R\$	22.101,06
11	Ano 11	R\$	16.304,04	R\$ 5.152,54	-R\$	16.948,52
12	Ano 12	R\$	16.304,04	R\$ 4.640,25	-R\$	12.308,27
13	Ano 13	R\$	16.304,04	R\$ 4.178,90	-R\$	8.129,36
14	Ano 14	R\$	16.304,04	R\$ 3.763,42	-R\$	4.365,94
15	Ano 15	R\$	16.304,04	R\$ 3.389,25	-R\$	976,69
16	Ano 16	R\$	16.304,04	R\$ 3.052,28	R\$	2.075,58
17	Ano 17	R\$	16.304,04	R\$ 2.748,81	R\$	4.824,39
18	Ano 18	R\$	16.304,04	R\$ 2.475,51	R\$	7.299,90
19	Ano 19	R\$	16.304,04	R\$ 2.229,39	R\$	9.529,29
20	Ano 20	R\$	16.304,04	R\$ 2.007,73	R\$	11.537,03
21	Ano 21	R\$	16.304,04	R\$ 1.808,12	R\$	13.345,14
22	Ano 22	R\$	16.304,04	R\$ 1.628,35	R\$	14.973,49
23	Ano 23	R\$	16.304,04	R\$ 1.466,45	R\$	16.439,94
24	Ano 24	R\$	16.304,04	R\$ 1.320,65	R\$	17.760,60
25	Ano 25	R\$	16.304,04	R\$ 1.189,35	R\$	18.949,94

Fonte: O autor (2017).

Tabela 8 – Payback descontado Empresa B.

Payback Descontado					
INVESTIMENTO INICIAL			R\$ 75.596,23		
RECEITA ANUAL PREVISTA			R\$ 10.332,00		
DESPESA ANUAL PREVISTA			R\$ -		
LUCRO ANUAL PREVISTO			R\$ 10.332,00		
TAXA DE JUROS (i)			11,04%		
Período (n)	Ano	Investimento	Lucro nominal (FV)	Valor presente (PV)	Saldo do investimento
	Ano 0	-R\$ 75.596,23			-R\$ 75.596,23
1	Ano 1		R\$ 10.332,00	R\$ 9.304,76	-R\$ 66.291,47
2	Ano 2		R\$ 10.332,00	R\$ 8.379,64	-R\$ 57.911,83
3	Ano 3		R\$ 10.332,00	R\$ 7.546,51	-R\$ 50.365,32
4	Ano 4		R\$ 10.332,00	R\$ 6.796,21	-R\$ 43.569,12
5	Ano 5		R\$ 10.332,00	R\$ 6.120,50	-R\$ 37.448,61
6	Ano 6		R\$ 10.332,00	R\$ 5.511,98	-R\$ 31.936,63
7	Ano 7		R\$ 10.332,00	R\$ 4.963,96	-R\$ 26.972,67
8	Ano 8		R\$ 10.332,00	R\$ 4.470,42	-R\$ 22.502,25
9	Ano 9		R\$ 10.332,00	R\$ 4.025,96	-R\$ 18.476,29
10	Ano 10		R\$ 10.332,00	R\$ 3.625,68	-R\$ 14.850,61
11	Ano 11		R\$ 10.332,00	R\$ 3.265,20	-R\$ 11.585,40
12	Ano 12		R\$ 10.332,00	R\$ 2.940,57	-R\$ 8.644,84
13	Ano 13		R\$ 10.332,00	R\$ 2.648,20	-R\$ 5.996,63
14	Ano 14		R\$ 10.332,00	R\$ 2.384,91	-R\$ 3.611,72
15	Ano 15		R\$ 10.332,00	R\$ 2.147,79	-R\$ 1.463,93
16	Ano 16		R\$ 10.332,00	R\$ 1.934,25	R\$ 470,32
17	Ano 17		R\$ 10.332,00	R\$ 1.741,94	R\$ 2.212,27
18	Ano 18		R\$ 10.332,00	R\$ 1.568,75	R\$ 3.781,02

Tabela 8. Continuação

19	Ano 19	R\$	10.332,00	R\$ 1.412,78	R\$	5.193,80
20	Ano 20	R\$	10.332,00	R\$ 1.272,32	R\$	6.466,12
21	Ano 21	R\$	10.332,00	R\$ 1.145,82	R\$	7.611,93
22	Ano 22	R\$	10.332,00	R\$ 1.031,90	R\$	8.643,83
23	Ano 23	R\$	10.332,00	R\$ 929,30	R\$	9.573,13
24	Ano 24	R\$	10.332,00	R\$ 836,91	R\$	10.410,04
25	Ano 25	R\$	10.332,00	R\$ 753,70	R\$	11.163,74

Fonte: O autor (2017).

Com base na média anual de 2017 da taxa SELIC, os dois sistemas fotovoltaicos irão ser viável após 16 anos de sua implantação. Ao final do tempo de vida útil do sistema, a Empresa B irá proporcionar um retorno de aproximadamente R\$ 11 mil reais para a cidade; já a Empresa A irá proporcionar aproximadamente R\$ 19 mil reais de retorno ao final da vida útil.

Analisando as viabilidades apresentadas, o serviço prestado pela Empresa A, mesmo apresentado um valor maior de retorno na análise do payback descontado, acaba não sendo viável em comparação com a Empresa B, pois a diferença dos orçamentos foi mais de R\$ 40 mil reais.

Então para esse projeto, a contratação de serviço prestado seria o da Empresa B, pois a manutenção seria um preço inferior, precisará de um espaço menor para instalação devido ao fato de possuir menos módulos fotovoltaicos e oferecerá um acompanhamento remoto e monitoramento do sistema fotovoltaico, tendo assim uma análise real da geração de energia criada, após a instalação.

5.4 Comparação entre aumento da tarifa x inflação.

Os últimos anos, a energia vem recebendo, a cada mês, uma tarifa diferente que ficou conhecida como bandeira, seja amarela, verde e vermelha. Tais bandeiras vão acabar influenciando no aumento do valor pago. Então, para essa parte da análise de viabilidade, deve-se levar em consideração a hipótese de que a tarifa vai representar a energia elétrica convencional e a inflação vai estar representada pelo investimento de financiamento de um sistema fotovoltaico.

No ano de 2015, segundo TERA SOLAR (2016), “ Enquanto o país experimentou uma inflação de 10,67%, a tarifa de energia elétrica, aliada ao surgimento das bandeiras tarifárias, subiu 51%”.

Então, se em 2014 fosse ser paga uma conta da CEMIG no valor da média verificada nesse trabalho, que foi de R\$ 1.128,33, sem aumentar o consumo e somente considerar-se a tarifa, então, em 2015, passou-se a pagar R\$ 1703,77. Já se for levado em consideração a inflação, o mesmo valor da conta passou a ser R\$ 1248,72.

Com o aumento no valor médio pago devido a tarifa de energia elétrica no ano de 2015, nota-se que, de acordo com a TAB. 9 no método de payback simples da Empresa B, o tempo de retorno que era de aproximadamente 7 anos, aumento drasticamente para 22 anos, quase no limite máximo do tempo de vida útil.

Tabela 9 – Payback simples Empresa B com inclusão das tarifa em 2015.

PAYBACK SIMPLES	
INVESTIMENTO INICIAL	R\$ 75.596,23
RECEITA ANUAL PREVISTA	R\$ 3.434,76
DESPEZA ANUAL PREVISTA	R\$ -
LUCRO ANUAL PREVISTO	R\$ 3.434,76
PAYBACK	22,0 ANOS

Fonte: O autor (2017).

No ano de 2017, ouvi-se nos noticiários, praticamente todos os meses, o aumento das bandeiras na conta de energia. A proporção de aumento da tarifa em comparação com a inflação apresentada no trabalho foi grande. E tendo em vista que essa comparação foi realizada em 2015, a tarifa teve um aumento considerável até o mês de setembro de 2017 e com tendência de continuar. Se fixada a média mensal de valor pago apresentado no trabalho, e no fim do ano de 2017, e acrescentado o valor do aumento das bandeiras tarifárias, e no caso se a taxa SELIC, tiver a média parecida, com a apresentada no trabalho, pode ser que a melhor alternativa seria o financiamento do projeto solar fotovoltaico do que se manter a energia elétrica da concessionária.

5.5 Investimento em Educação Ambiental.

Hoje, um dos grandes problemas das cidades brasileiras é o descarte dos resíduos, e em Arcos-MG não é diferente. Um dos fatores de combate ao problema é a conscientização da população. E a faixa etária dos estudantes da escola Santo

Antônio pode ser considerada ideal para se realizar essa conscientização. Por já contar com uma turma de tempo integral, a viabilidade de incentivar a educação ambiental é maior, por não precisar de ter que contratar professores ou alterar a grade curricular básica.

Assim, uma vez constatada a viabilidade econômica de implantação do sistema fotovoltaico para geração de energia na escola, uma das propostas desse trabalho é utilizar o valor economizado na conta de energia para investir na educação ambiental. Então, a ideia seria fazer um projeto interno de segregação dos resíduos gerados e os papéis, ao invés de seguirem para o aterro sanitário, seriam trabalhados na escola para seu reaproveitamento e reciclagem, pois trata-se de um processo simples e o novo papel produzido seria destinado para crianças carentes ou até mesmo para uso interno para trabalhos futuros.

E os materiais orgânicos gerados no refeitório da escola poderiam ser utilizados para se produzir composto orgânico. Após o composto orgânico ser produzido, seria a vez de os alunos entrarem no processo, cultivando uma horta na escola que, futuramente, englobaria toda a comunidade escolar, como pais, professores e funcionários, para aumentar a produção da horta e essa se tornar comunitária, gerando alimento para a escola e famílias carentes.

Todos os equipamentos e despesas com esses projetos ambientais seriam custeados pelo montante economizado com a implantação do sistema fotovoltaico na escola.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

As instalações dos sistemas fotovoltaicos são financeiramente viáveis de acordo com as análises realizadas nesse trabalho, independentemente dos valores repassados. Mas ressalta-se que é necessário, numa análise mais aprofundada, levar em consideração a radiação solar, pois um dos fatores mais importantes desse sistema é o sol e, por ser um fator que não pode ser manipulado, é difícil estabelecer-se com exatidão a geração de energia solar no estabelecimento.

Mas, mesmo ciente dessa fonte de variação, nota-se que, de acordo com a comparação das tarifas de energia e a inflação, compensa a implantação da energia solar na escola estudada. E por se tratar de uma instituição pública, o impacto de incentivo na sociedade pode ser maior. Além disso, pode-se destacar que o crédito que se possa vir a ter venha servir para debitar em quaisquer contas de energia das instituições públicas da cidade de Arcos-MG.

O fato de o objeto de estudo ter sido uma escola que já tem uma turma de tempo integral facilita a realização de trabalhos de incentivo ambiental sem alterar a grade curricular obrigatória, contando-se com o apoio de todo o quadro de funcionários e até mesmo dos pais dos alunos. Assim, de fato, pode-ser-á incentivar uma nova geração com pensamento sustentável e de conservação do meio ambiente.

Por fim, como a cidade de Arcos-MG conta com um grande polo industrial, pode-se buscar parcerias para a proliferação e implantação desse projeto, tendo-se a escola Santo Antônio como um projeto piloto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica no Brasil**. Brasil, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa Nº 687, de 24 de Novembro de 2015**. Brasília, DF, 2015.

BASSETE, E.F.B. **Educação ambiental e “alfabetização ecológica”**: o caso da cidade de Curitiba. 2008. 81 p. TCC (Licenciatura em Pedagogia) – UNICAMP, Campinas, 2008.

BRANCO, S. Problemas com o uso da energia da água e do átomo. In_____. **Energia e meio ambiente**. 2ª edição. São Paulo: Editora Moderna, 1991. cap. 7, p. 66.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Definição da Taxa Selic**. Brasília, DF, 2017 a.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. **Decreto nº 4.281**, de 25 de junho de 2002. Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4281.htm>. Acesso em: 23 out. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. **Decreto nº 88.351**, de 01 de junho de 1983. Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental. Brasília, DF, 1981. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=3146>>. Acesso em: 23 out. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 18 set. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. **Lei nº 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>. Acesso em: 18 set. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. **Lei nº 10.438**, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a criação do Proinfa. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm>. Acesso em: 22 out. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. **Lei nº 10.762**, de 27 de novembro de 2003. Dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.762.htm>. Acesso em: 22 out. 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional**. Brasília, DF, 2017b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Estudos da demanda de energia: Demanda de energia 2050**. Brasília. DF, 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar do Brasil**. Brasília, DF, 2013.

CABRAL, C.V.T. **Análise de dimensionamento estocástico e determinístico de sistemas fotovoltaicos isolados**. 2006. 225 p. Tese (Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

CABRAL, I; VIEIRA, R. 3, 2012, Goiânia. **Viabilidade econômica x Viabilidade ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso Brasileiro: Uma abordagem no período recente**. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/X-003.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. **Energia solar princípios e aplicações**. Rio de Janeiro: CRESESB, 2006. 28 p.

CERQUEIRA, W; FRANCISCO. **Fontes de energia**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/fontes-energia-1.htm>>. Acesso em: 14/08/2017.

CUBA, M.A. **Educação ambiental nas escolas**. Educação, Cultura e Comunicação, Vol.1, nº 2 (2010). Disponível em: <<http://www.publicacoes.fatea.br/index.php/eccom/article/view/403>>. Acesso em 28 ago. 2017.

DANTAS, D.N. **Uso da biomassa da cana de açúcar para geração de energia elétrica: análise energética, exergética e ambiental de sistemas de cogeração em sucroalcooleiras do interior paulista**. 2010. 131 p. Programa de Pós-Graduação (ciências da Engenharia Ambiental)-Universidade de São Paulo- Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2010.

FONSECA, Y.D. da. **Técnicas de avaliação de investimentos: uma breve revisão da literatura.** 2010. 24 p. Artigo (Pós-graduação em Economia Baiana)- Universidade de Salvador, Salvador, 2010. Disponível em: <http://www.infinitaweb.com.br/albruni/artigos/a0303_CAR_AvallInvest.pdf> Acesso em: 11 nov. 2017.

FUNCHAL, P.H.Z. **A contabilização das externalidades como instrumento para a avaliação de subsídios: o caso das PCHs no contexto do PROINFA.** 2008. 158 p. Dissertação (Mestre em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GAGO, M.V. et al. **Fonte de energia renovável: biomassa.** 2010. 39 p. Trabalho de conclusão do curso (Engenharia de Produção) -Universidade Salgado de Oliveira- Universo, Niterói, 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAy1AAH/fonte-energia-renovavel-biomassa>>. Acesso em 16 ago.2017

GIAMPIETRO,U. **Viabilidade econômica da energia solar nas áreas rurais do nordeste brasileiro.** Disponível em: < <http://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/viabilidade-economica-energia-solar-areas-rurais-nordeste-brasileiro.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2017.

GUERRA FERREIRA, M.J. **Inserção da energia solar fotovoltaica no Brasil.** 1993, 168 p. Dissertação (Mestre em energia)-Universidade de São Paulo, São Paulo,1993.

MARTINS, S.S.S. et al. **Produção de petróleo e impactos ambientais: algumas considerações.** 2015. 23 p. Artigo (Diretoria Acadêmica de Recursos Naturais)- Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em: <<file:///C:/Users/Meu%20Computador/Downloads/2201-10821-1-PB.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

MINAS GERAIS. Palácio da Liberdade. **Deliberação normativa copam nº 214**, de 29 de abril de 2017. Estabelece as diretrizes para a elaboração e a execução dos Programas de Educação Ambiental no âmbito dos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2017. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=44198>>. Acesso em: 22 out. 2017.

MINAS GERAIS. Palácio da Liberdade. **Lei Estadual nº 15.541**, de 27 de janeiro de 2007. Dispõe sobre a educação ambiental no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2007. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=15441&comp=&ano=2005&aba=js_textoAtualizado>. Acesso em: 22 out. 2017.

PORTAL SOLAR. **Sistema fotovoltaico: como funciona.** Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/sistema-fotovoltaico--como-funciona.html>>. Acesso em: 21 out. 2017.

REIS, L; FADIGAS, E.A.F.A; CARVALHO, C.E. Matriz energética. In:_____.
Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. 2. ed.
 Barueri: Manole, 2012. Cap. 5, pag. 193-339.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
 SUSTENTÁVEL. **Educação ambiental:** Legislação básica. Belo Horizonte, MG,
 2017.

SHAYANI, R.A; OLIVEIRA, M.A.G; CAMARGO,I.M.T, 5., 2006, Brasília.

Comparação do custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes

Convencionais. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3427159/mod_resource/content/1/solar.pdf
 > Acesso em: 20 ago. 2017.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil:** dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo
 de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº
 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em: 25 ago. 2017.

TENAGLIA, G.C. **Usinas hidrelétricas cotistas:** aspectos técnicos e regulatórios
 sobre a qualidade do serviço prestado. 2017. 148p. Dissertação (Mestrado em
 ciências)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

TERA SOLAR. **Preço da energia elétrica x inflação.** 2016. Disponível em:

<<http://www.terasolar.com.br/preco-da-energia-eletrica-x-inflacao/>>. Acesso em: 25
 out. 2017.

TORRES, R.C. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de
 energia elétrica em edificações residenciais.** 2012. 164 p. Dissertação (Mestre
 em ciências)- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

VARELLA, F.K.O.M; CAVALIERO, C. K.N; PERES DA SILVA,E. Revista brasileira
 de energia. **Energia solar fotovoltaica no Brasil: Incentivos regulatórios.** Vol. 14,
 No. 1, 1o Sem. 2008, pp. 9-22.

VECCHIA, R. **O meio ambiente e as ENERGIAS RENOVÁVEIS:** instrumentos da
 liderança visionária para a sociedade sustentável.1. ed. Barueri SP: Minha Editora,
 2010. 334.

VICHI, F.V; MANSOR,M.T.C. Biblioteca digital da produção intelectual-BDPI,

Energia meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. Disponível em:

<http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/12309/art_VICHI_Energia_meio_ambiente_e_economia_o_Brasil_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em
 22 ago. 2017.