



## **GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIAS RENOVÁVEIS: ATIVIDADES EDUCACIONAIS NO AMBIENTE ESCOLAR**

**Gabriel D S Matos** – gabrielmatos18@yahoo.com.br  
**Geraldo M da S Neto** – mendesneto@ymail.com  
**Jândeson A S da Silva** – jan\_armando@outlook.com  
**Wellington da S Fonseca** – fonseca.ufpa@gmail.com  
Universidade Federal do Pará – Faculdade de Engenharia Elétrica  
Rua Augusto Corrêa, 1  
66075-110 – Belém – Pará

**Giorgiana F Pinheiro** – giorgiana.pinheiro@celpa.com.br  
Centrais Elétricas do Pará  
Rodovia Augusto Montenegro Km 8,5  
66823-010 – Belém – Pará

**Resumo:** *A temática abordada sobre geração distribuída (GD), energia renováveis, consumo consciente, engenharia, entre outros, associada às questões socioambientais é fundamental para que estudantes, do ensino infantil ao ensino médio, possam ter uma proximidade acerca deste assunto e perceba o quanto a engenharia e o avanço tecnológico têm contribuído para o desenvolvimento econômico da sociedade, além da preocupação com a preservação ambiental. O projeto piloto foi realizado em uma escola localizada na cidade de Salinópolis/PA, por apresentar sistema híbrido de geração de energia, composto por geração solar fotovoltaica e geração eólica. A escola atende alunos de todas as séries e foi necessário adequar uma programação para que o tema proposto atingisse todos os alunos, respeitando seu nível de assimilação do conteúdo à faixa etária de idade. Essa é uma forma de promover a interação entre a engenharia e a tecnologia com alunos de todas as idades a fim de debater as questões energéticas e despertar o interesse dos alunos para diferentes formas de se gerar energia elétrica e seu uso consciente.*

**Palavras-chave:** *Geração distribuída, Energias renováveis, Sistema híbrido, Consumo consciente.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A necessidade da utilização crescente da energia elétrica atrelada ao desenvolvimento econômico tem levado a uma preocupação mundial no que se refere à preservação do meio ambiente, que é a forma como a energia, de um modo geral, vem sendo produzida. E por esse motivo devem-se buscar fontes de energia que além de trazer benefícios para o homem, prejudique o mínimo possível o meio ambiente.

Organização



Promoção





Por conta disso, foi pensado em compartilhar o conhecimento referente às questões sobre fontes renováveis de energia, geração distribuída (GD), sustentabilidade e preservação do meio ambiente como forma de motivar alunos do ensino infantil ao ensino médio para o aprendizado e/ou ampliação de seus conhecimentos atrelados ao ensino da ciência e tecnologia, assim, promover a interação entre a engenharia e alunos do ensino fundamental e médio.

A geração distribuída traz benefícios para o consumidor e para o setor elétrico: está no centro de consumo, o que reduz a necessidade de estrutura de transmissão elétrica e evita perdas. Até 2030, 2,7 milhões de unidades consumidoras poderão ter energia gerada por elas mesmas, o que pode resultar em 23.500 MW de energia limpa e renovável. Com isso, o Brasil pode evitar que sejam emitidos 29 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera (MME, 2015).

Sistemas de micro e minigeração distribuída, tais como painéis fotovoltaicos e microturbinas eólicas, entre outros, estão se expandindo após a Resolução da ANEEL nº 482/2012 de 17 de abril de 2012, que regulamentou a conexão desses sistemas à rede de distribuição, permitindo que a unidade consumidora gere e troque a energia gerada em excesso com a distribuidora, reduzindo ao mínimo o valor da fatura de energia elétrica.

Universidades e grandes centros de pesquisas têm trabalhado para desenvolvimento de metodologias para a avaliação do impacto da inserção de geração distribuída (GD) com as fontes renováveis intermitentes, como solar fotovoltaica e eólica, considerando-se os impactos observados na rede de distribuição. Com esses novos estudos será possível fazer o planejamento da expansão e analisar a possibilidade de atendimento de uma determinada região por meio de GD. Esses estudos visam a otimização da análise de novas conexões nos sistemas das distribuidoras, além fornecer ao consumidor mecanismos que viabilizem uma opção pela instalação de GD.

## **2. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA E CONSUMO CONSCIENTE**

### **2.1. Conceito de geração distribuída – GD**

Geração distribuída (GD) é definida como o tipo de geração de energia elétrica realizada junto ou próxima do (s) consumidor (es) independente da potência, tecnologia e fonte de energia (INEE, 2017). Além disso, a GD pode estar conectada à rede da concessionária (*on grid*) ou não (*off grid*).

Dentre as vantagens da GD podemos destacar o fator econômico, pois o consumidor gerando sua própria energia irá reduzir sua fatura de energia elétrica. Além disso, existe o sistema de compensação de energia onde o excedente de energia gerada é transferida para a rede da distribuidora através de um medidor de energia bidirecional (NARUTO, 2017).

Com a GD também existe a contribuição ambiental, que pode evitar construções de grandes usinas geradoras de energia elétrica e ainda produzir energia em áreas remotas e de difícil acesso onde a rede da distribuidora não alcança (NARUTO, 2017).

Mesmo apresentando inúmeras vantagens, estes sistemas ainda possuem um alto custo de instalação, apresentando desvantagem pela falta de recurso financeiro para um investimento inicial. Ademais, outra desvantagem diz respeito às questões técnicas, como maior complexidade no planejamento, operação, realização de manutenção, inclusive nas medidas de



segurança a serem tomadas e na coordenação das atividades do setor elétrico (FILHO; AZEVEDO, 2014).

## **2.2. Fontes renováveis de energia**

As fontes renováveis de energia são aquelas geradas por recursos naturais, produzem energia e não se esgotam ou podem ser reaproveitadas (PENA, 2017).

Essas novas alternativas para se gerar energia através de fontes renováveis é uma tendência mundial (FONTES, 2017), visto que não poluem o meio ambiente, ao contrário das fontes não renováveis, que além de causar poluição ambiental, irão desaparecer da natureza com a sua contínua exploração.

A utilização de algumas fontes de energia renováveis já era utilizada pelos homens desde muito tempo, como por exemplo, a energia solar, eólica e força das águas.

Será dado destaque para as três fontes citadas anteriormente por estar mais próxima da nossa realidade. É importante destacar que além das fontes citadas anteriormente, existem outros tipos de fontes renováveis, como por exemplo, energia geotérmica, energia da biomassa, energia maremotriz e energia das ondas.

### ***Energia hidráulica***

O uso da força das águas para gerar energia é bastante antigo e era utilizada para mover os moinhos de roda d'água que através da ação direta de uma queda d'água produz energia mecânica (INFO, 2008).

Para a geração de energia elétrica nas usinas hidroelétricas tem-se o seguinte processo: a força da água em movimento passa por tubulações da usina com muita força e velocidade, realizando a movimentação das turbinas. Então, ocorre a transformação de energia potencial (energia da água) em energia mecânica (movimento das turbinas). As turbinas em movimento estão conectadas a um gerador, que é responsável pela transformação da energia mecânica em energia elétrica (FRANCISCO, 2014).

### ***Energia eólica***

Antes de utilizar o aproveitamento dos ventos para se gerar energia elétrica através de modernas turbinas eólicas, inicialmente o homem fazia uso dos moinhos de ventos para a moagem de grãos, bombeamento de água e operação de serraria. Outra grande importância dos ventos no passado foi a possibilidade das navegações através de grandes embarcações (MARQUES; SANTOS; VALENTE; JESUS; ANDRADE, 2012).

A energia elétrica gerada pelos aerogeradores é obtida através das correntes de ventos atmosféricas. Um aerogerador é um gerador elétrico que converte energia eólica em energia elétrica (MARQUES; SANTOS; VALENTE; JESUS; ANDRADE, 2012).

### ***Energia solar***

A energia solar é extremamente importante para a manutenção da vida no nosso planeta. Diversas formas de vida dependem do sol para se desenvolver.

O sol é fonte de energia renovável e sua utilização tanto como fonte de luz e calor, é hoje, sem sombra de dúvidas, uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



**UNISOCIESC**  
Educação e Tecnologia

Promoção



**ABENGE**  
Associação Brasileira de Educação em Engenharia



os desafios do novo milênio (GOMES,2010). É também solução para a produção de energia elétrica limpa através de sistemas fotovoltaicos.

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico). O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de um material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão (CRESESB, 2008).

### **2.3. Sistema híbrido de geração de energia elétrica**

Um sistema de energia híbrido geralmente consiste de duas ou mais fontes de energia utilizadas em conjunto para proporcionar uma maior eficiência no sistema, bem como um maior equilíbrio no fornecimento de energia (ECOPLANETENERGY, 2017).

A vantagem de um sistema híbrido de geração de energia elétrica diz respeito a uma maior segurança para o consumidor, pois utilizando geração de energia híbrida, por exemplo, eólica e solar, esses sistemas podem trabalhar em conjunto, resultando numa maior produção de energia, tornando o consumidor menos dependente da concessionária de energia.

### **2.4. Consumo consciente de energia**

Algumas atitudes podem ajudar a economizar energia elétrica na residência e consequentemente diminuir a conta de energia. Informar a crianças e adolescentes sobre o uso racional da energia deve ser um trabalho contínuo na escola, pois além de economizar no valor da conta de energia, essas atitudes contribuem positivamente para o meio ambiente.

Evitar usar chuveiro elétrico em banhos longos, acumular as roupas para que possam ser lavadas e passadas de uma única vez, utilizar lâmpadas de LED na residência, optar por equipamentos com o selo Procel, evitar abrir e fechar a geladeira a todo instante são algumas dicas que ajudam a economizar energia e a utilizar a energia elétrica de forma consciente.

## **3. METODOLOGIA**

Levar informações para comunidade escolar sobre consumo consciente de energia elétrica e geração de energia por meios de fontes renováveis, buscando atingir todos os alunos, do ensino infantil ao ensino médio, com programação variada que se adéque a faixa etária desses alunos é o objetivo dessa proposta.

Contar com o apoio e o envolvimento da direção e professores foi importante para o bom andamento da atividade realizada na escola.

Na escola encontra-se instalado um sistema híbrido de geração de energia, composto por um gerador eólico e um gerador fotovoltaico, como mostram Figuras 1 e 2, respectivamente.

É interessante e oportuno tratar desse tema com esses alunos para que eles possam perceber que essa tecnologia está se tornando cada vez mais comum e mais próxima do que se imagina.



Figura 1 – Vista do aerogerador da frente da escola.



Figura 2 – Sistema fotovoltaico instalado na cobertura da escola.



Levando em consideração que na escola encontram-se alunos do ensino infantil, fundamental I (1º ao 5º ano) e II (6º ao 9º ano), mas também alunos do ensino médio, foi necessário pensar em diferentes metodologias para que o conteúdo proposto fosse de fácil entendimento, respeitando a faixa etária dos alunos.

Toda a proposta da programação foi apresentada e aprovada pela coordenação pedagógica e direção do colégio, que também deu sugestões para que as atividades fossem realizadas com sucesso, conforme resumo da programação apresentado na Tabela 1.

Dentre as atividades que foram realizadas com os alunos, podemos destacar apresentação de teatro de fantoches, apresentação de vídeos educativos, distribuição de cata-vento e acessório de “solzinho”, apresentação de maquete para demonstrar o processo de geração eólica, entre outros. Toda a programação foi realizada em um único dia.

Tabela 1 – Programação proposta para os estudantes.

Ano / Série	Nº de Alunos	Turno	Atividades	Uso projetor, computadores, caixas de som, cabos HDML.	Idade
<b>INFANTIL (4 e 5)</b>	<b>20</b>	<b>Tarde</b>	Fantoches / Sol / Cata-vento	<b>14:10 às 15:00 Horas</b>	<b>5 e 4 anos</b>
<b>1º, 2º e 3º ANO</b>	<b>63</b>	<b>Manhã</b>	Fantoches / Desenho / Cata-vento	<b>8:15 às 9:05 Horas</b>	<b>6 a 8 anos</b>
<b>4º (TURMA 41, TURMA 42) e 5º ANO</b>	<b>64</b>	<b>Manhã</b>	Jogo de Anaçar Casas / Breve Apresentação Consumo Consciente (Projetor)/ Maquete	<b>9:15 às 10:25 Horas</b>	<b>9 e 10 anos</b>
<b>6º, 7º e 8º ANO</b>	<b>68</b>	<b>Manhã</b>	Breve Apresentação Consumo Consciente e Fontes Renováveis (Projetor) / Maquete	<b>10:40: às 11:40 Horas</b>	<b>11 a 13 anos</b>
<b>9º ANO e 1º SÉRIE E.M</b>	<b>72</b>	<b>Tarde</b>	Apresentação Fontes Renováveis (Projetor)	<b>15:10 às 16:00 Horas</b>	<b>14 e 15 anos</b>
<b>2º e 3º E.M</b>	<b>64</b>	<b>Tarde</b>	/ Quiz/ Maquete	<b>16:10 às 17:10</b>	<b>16 e 17 anos</b>

Organização

Promoção



Para alunos do ensino infantil e fundamental I (1º ao 3º ano) destacamos principalmente a importância de se preservar o meio ambiente e associar a questão da geração de energia proveniente de fontes renováveis ao contexto da preservação do nosso planeta.

Uma atividade comum a esses alunos foi apresentação de teatro de fantoches, que buscou interagir com as crianças, questionando-os sobre a temática proposta, além da apresentação de vídeos educativos sobre consumo consciente de energia e meio ambiente.

Todos os alunos dessa faixa etária receberam cata-vento. Alunos do ensino infantil receberam acessório de “solzinho”, enquanto os alunos do ensino fundamental I tiveram a oportunidade expor de maneira criativa os conhecimentos adquiridos produzindo desenhos e pinturas em folha de papel A4. As atividades realizadas com esses alunos podem ser observadas nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

Figura 3 – Apresentação teatro de fantoches.



Figura 4 – Alunos assistindo apresentação do teatro de fantoches.



Figura 5 – Desenhos produzidos pelos alunos.



Figura 6 – Apresentação de vídeos educativos.



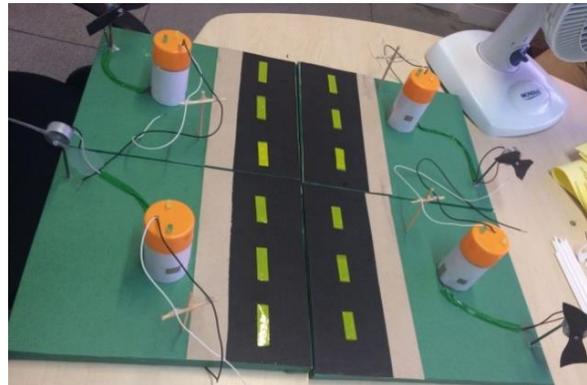
Os alunos do 4º e 5º ano assistiram ao vídeo sobre geração de energia eólica e solar nas suas respectivas salas e também entenderam melhor o assunto através de uma maquete didática que simula a geração de energia eólica, Figuras 7 e 8.



Figura 7 – Apresentação na sala de aula sobre energia renováveis



Figura 8 – Maquete para apresentação da energia eólica.



Após a apresentação do conteúdo sobre energia renováveis na sala de aula, os alunos participaram de um jogo de “avançar casas” que ocorreu no pátio da escola, Figura 9. O jogo foi educativo e envolveu assunto sobre consumo consciente. No final puderam esclarecer dúvidas sobre algumas dicas do jogo que eram desconhecidas por eles.

Figura 9 – Jogo de avançar casas.



Os alunos do 6º, 7º e 8º ano participaram da palestra sobre Geração de energia e fontes renováveis e puderam esclarecer muitas dúvidas sobre o assunto. No final participaram de um *Quis* para competir entre as turmas e testar o nível de conhecimento.

Para os alunos do 9º ano do fundamental II, 1º, 2º, e 3º ano no ensino médio, o assunto foi tratado de forma a instigar os conhecimentos adquiridos em sala. Assim despertar o interesse pelo assunto e expor seus pontos de vista. Figura 10.



Figura 10 – Alunos do 9º ano do fundamental II e ensino médio.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram analisados os resultados qualitativamente e observou-se uma boa aceitação das atividades pelos estudantes. Com uma proposta diferenciada para envolver alunos de diferentes idades, os estudantes tiveram a oportunidade de interagir com a equipe responsável pelas atividades, tornando o ambiente mais amigável.

O objetivo da atividade foi levar informação aos alunos da escola que está localizada no município de Salinópolis/PA, com uma metodologia que pudesse atrair a atenção desses alunos e garantir que o conhecimento repassado fosse bem compreendido por todos, independentemente da série ou idade. Dessa forma busca-se desenvolver a criticidade desses alunos tornando-os disseminadores sobre o assunto proposto.

Mudanças de comportamento e atitudes sobre o uso racional da energia elétrica pode contribuir para um mundo mais sustentável e a utilização da geração distribuída através de fontes renováveis, é sem dúvida, um grande passo para termos um planeta com menos degradação ambiental.

Com exceção das usinas hidroelétricas, o qual os alunos demonstraram conhecer os pontos negativos, foi interessante observar a surpresa de alguns estudantes quando citadas algumas desvantagens que as fontes renováveis apresentam, deixando claro que a engenharia por meio de universidade e grandes centros de pesquisas trabalham para o avanço da tecnologia com o intuito de melhorias para os sistemas de energia elétrica e para o consumidor, consequentemente ajudando a reduzir os impactos ambientais.

#### *Agradecimentos*

Nossos agradecimentos a todos os envolvidos que se dedicaram voluntariamente para a realização das atividades e principalmente à direção e professores da escola por ter aceitado a proposta e ceder o espaço físico para levarmos a programação aos estudantes.

Organização



Promoção





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em: 25 mai. 2017.

BRANCO, Samuel Murgel. Energia e meio ambiente. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 144p.

CRESESB – Centro de Referência Para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. Disponível em <[http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&cid=cse\\_sistema\\_fotovoltaico](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=cse_sistema_fotovoltaico)> Acesso 25 mai. 2017.

ECOPLANETENERGY, Soluções em energia renovável – Energia Híbrida. Disponível em: <<http://www.ecoplanetenergy.com/pt-br/sobre-eco-energia/visao-geral/energia-hibrida/>> Acesso 25 mai. 2017.

FILHO, W; AZEVEDO, A. Geração distribuída: vantagens e desvantagens. II Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia. FEAM, 2014.

FONTES, R. Energia Limpa: a tendência mundial no uso das renováveis. Disponível em: <<http://blog.bluesol.com.br/energia-limpa-a-tendencia-mundial-no-uso-das-renovaveis/>> Acesso em 25 mai. 2017.

FRANCISCO, W. C. e. Energia hidrelétrica, *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-hidreletrica.htm>> Acesso em 25 mai. 2017.

GOMES, C. P. Energia solar: utilização como fonte de energia, Essentia Editora. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/viewFile/2411/1299>> Acesso 25 mai. 2017.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética, O que é geração distribuída. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp?Cat=gd](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp?Cat=gd)> Acesso em: 25 mai. 2017.

INFO, InfoEscola. Usina Hidrelétrica, publicado em setembro de 2008. Disponível em <[www.infoescola.com/energia/usina-hidreletrica/](http://www.infoescola.com/energia/usina-hidreletrica/)>. Acesso em 25 mai. 2017.

MARQUES, F. C. P; SANTOS, F. N. dos; VALENTE, I. B; JESUS, R. C. de; ANDRADE, V. H. M. de. Histórico da energia dos ventos, 2012. Disponível em: <<https://evolucaoenergiaeolica.wordpress.com/historico-da-energia-dos-ventos/>> Acesso 25 mai. 2017.

MME – Ministério de Minas e Energia, Brasil lança programa de geração distribuída com destaque para energia solar, 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial>> Acesso 25 mai. 2017.

Joinville/SC – 26 a 29 de Setembro de 2017  
UDESC/UNISOCIESC  
“Inovação no Ensino/Aprendizagem em  
Engenharia”



**COBENGE 2017**  
XLV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

NARUTO, Denise Tieko; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Escola Politécnica. Vantagens e desvantagens da geração distribuída e estudo de caso de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica, 2017. 84p, il. Projeto de Graduação.

PENA, R. A. Fontes de energia, Escola kids. Disponível em: <<http://escolakids.uol.com.br/fontes-de-energia.htm>> Acesso em 25 mai. 2017.

## **DISTRIBUTED GENERATION AND RENEWABLE ENERGY: EDUCATIONAL ACTIVITIES IN THE SCHOOL ENVIRONMENT**

**Abstract:** *The theme of distributed generation (DG), renewable energy, conscious consumption, engineering, among others, associated with socio-environmental issues is fundamental for students from kindergarten to high school, so they can become close to this subject and understand how Engineering and technological advancement have contributed to the economic development of society, as well as concern for the environmental preservation. The pilot project was implemented in a school located in the city of Salinópolis, Pará State, where there was a hybrid energy generation system, which included solar photovoltaic generation and wind generation. Students of all grades attend to this school; therefore, it was necessary to adapt some of the content so the proposed theme could reach all the students, respecting their assimilation level according to their age. This is a way to promote interaction between engineering and technology with students of all ages to discuss energy issues and arouse students' interest in different ways of generating electricity and the conscious use of that energy.*

**Keywords:** *Distributed generation, Renewable energy, Hybrid system, Conscious consumption.*

Organização



Promoção

