

A CONTRIBUIÇÃO DA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA NO PROCESSO EDUCATIVO EM ESCOLAS RURAIS DE ILHABELA E ILHA DO CARDOSO, ESTADO DE SÃO PAULO

Marcelo Coelho de Souza – loscoelhano@hotmail.com

Federico Bernardino Morante Trigoso – federico.trigoso@ufabc.edu.br

Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-Graduação em Energia, Laboratório de Energias Renováveis

Resumo. Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa desenvolvida em escolas rurais que teve o objetivo de constatar a contribuição que a tecnologia fotovoltaica exerce na educação dos alunos. Para isso foi realizado trabalho de campo em 3 escolas rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos e, para fins de comparação, em uma escola que utiliza um gerador a diesel. A metodologia consistiu no preenchimento de questionários e na realização de entrevistas a 4 professoras, 11 alunos e 6 pais de família. As escolas analisadas ficam em comunidades localizadas nos municípios de Cananéia e Ilhabela do Estado de São Paulo. Os dados obtidos mostraram quais foram os benefícios e impactos que a tecnologia fotovoltaica proporcionou na educação dos alunos; quais as melhorias nas aulas dessas escolas e quais as limitações e problemas derivados da utilização dos sistemas fotovoltaicos.

Palavras-chave: Educação rural, Tecnologia solar fotovoltaica, Eletrificação de escolas.

1. INTRODUÇÃO

A educação é uma das ferramentas mais importantes para o desenvolvimento humano. No Brasil a educação ainda não conseguiu atingir um patamar adequado. Mesmo nos grandes centros urbanos pode-se verificar que muitas escolas de ensino fundamental e médio não conseguem oferecer aulas de qualidade que possam atender os padrões internacionais estabelecidos pela UNESCO. Nas escolas rurais essa realidade é ainda mais perversa. No entanto, com o objetivo de mudar esse cenário, algumas ações estão sendo realizadas em escolas rurais visando oferecer aos alunos educação de melhor qualidade por meio da disponibilidade de melhores recursos e condições de ensino.

Nas escolas rurais brasileiras a maior parte dos problemas relacionam-se com a falta de professor e existência de infra-estrutura precária, mais precisamente falta de saneamento básico, coleta de lixo e energia elétrica. Como forma de mudar essa realidade, nos últimos anos instituições governamentais e não governamentais instalaram em diversas escolas sistemas que visam atender essas necessidades. No geral, esses novos recursos que resolveram as deficiências apontadas permitiram aulas de melhor qualidade.

Contudo, por diversos motivos não é possível estender a rede elétrica à totalidade das escolas rurais. O isolamento, as grandes distâncias e a dispersão impedem implementar essa solução nesses locais. Assim, como forma de atender o serviço de energia elétrica foram instalados geradores na própria escola constituídos principalmente por sistemas fotovoltaicos e geradores a diesel.

Como é sabido, o gerador a diesel é uma tecnologia mais antiga e consolidada. Nas áreas rurais geralmente funcionam por volta de 4 horas cada noite, porém sua operação depende da disponibilidade de combustível e da viabilidade de manutenção. Também produzem ruído e emitem gases de efeito estufa. Comparativamente, sistemas fotovoltaicos não precisam de combustível, não geram ruído nem emissões de poluentes na geração da energia e sua manutenção é mais simples.

Com relação ao uso da tecnologia fotovoltaica, pode-se dizer que na atualidade no Brasil existem escolas rurais eletrificadas mediante essa solução. Estes projetos foram concebidos por instituições ministeriais por meio de programas como o PRODEEM e o Programa Luz Para Todos, ou por instituições universitárias e de outras características.

Em outros países também foram implantados projetos de eletrificação de escolas rurais com uso de geradores fotovoltaicos. Assim por exemplo, um estudo realizado por pesquisadores da Universidade de Ohio nos Estados Unidos verificou a utilização da tecnologia fotovoltaica em 72 escolas rurais isoladas sendo que 157 professores preencheram um questionário. Como forma de comparação também responderam esse questionário 357 professores de escolas urbanas. A análise dos dados coletados mostrou que a ênfase maior é dada ao computador e internet. As escolas que conseguiram utilizar equipamentos de forma mais ampla tiveram ganhos de aprendizagem dos alunos principalmente na leitura. Também melhorou o rendimento escolar dos alunos das escolas rurais comparativamente aos matriculados em escolas urbanas (Cakir *et al.*, 2009; Christensen, 2002; Howley *et al.*, 2011; Hannum, 2009; Hawkes *et al.*, 2002).

Em Zâmbia também foi feito um estudo sobre o impacto que a energia solar fotovoltaica teve em três comunidades localizadas na Província Oriental: Chipata (152 sistemas), Lundazi (152 sistemas) e Nyimba (102 sistemas) (Gustavsson 2004; Gustavsson, 2007). Nas escolas a principal aplicação da energia elétrica foi para iluminação e uso de rádios. A

iluminação nas escolas permitiu a inserção de aulas noturnas. Professores que antes não queriam dar aulas nessas escolas passaram a querer lecionar nelas. Com o acesso à energia elétrica nas residências os alunos passaram a estudar mais. O rendimento dos alunos nas escolas também foi evidenciado e passaram a ter uma melhor escrita e leitura. Além disso, os professores passaram a preparar as suas aulas durante a noite.

Na África do Sul alguns projetos piloto foram implantados em escolas rurais. Um desses projetos foi materializado na escola Myata a qual foi eletrificada com módulos fotovoltaicos. Desde o início foi utilizada iluminação elétrica, depois a escola recebeu retroprojetores, computadores, fotocopiadoras, VCR, TV e internet via satélite. Este projeto mostrou bons resultados e o aprendizado obtido serviu para implantar outros projetos similares. Pesquisas apontaram que após a instalação do sistema fotovoltaico a taxa de matrículas nessa escola aumentou em 40%. A taxa de alunos formados também subiu de 55% para 69% dos alunos matriculados nas séries iniciais (SELF, 2009).

Um dos projetos que teve como base o aprendizado obtido na escola de Myata foi o denominado “The Solar Rural Scholls Project: South Africa” que consistiu na instalação de um laboratório de informática e de internet via satélite. O projeto envolveu três escolas rurais localizadas na periferia Mthatha. Toda a energia elétrica do projeto provia de módulos fotovoltaicos.

Nesse contexto, este artigo mostra os resultados de uma pesquisa desenvolvida no estado de São Paulo que teve o objetivo de analisar os impactos que os sistemas fotovoltaicos instalados nas escolas exercem na educação dos alunos das comunidades rurais e, adicionalmente, na aula do professor (Souza, 2014). As escolas estudadas estão localizadas na Ilha do Cardoso e Ilhabela que pertencem aos municípios de Cananéia e Ilhabela respectivamente, ambos no litoral do estado de São Paulo (Fig. 1).

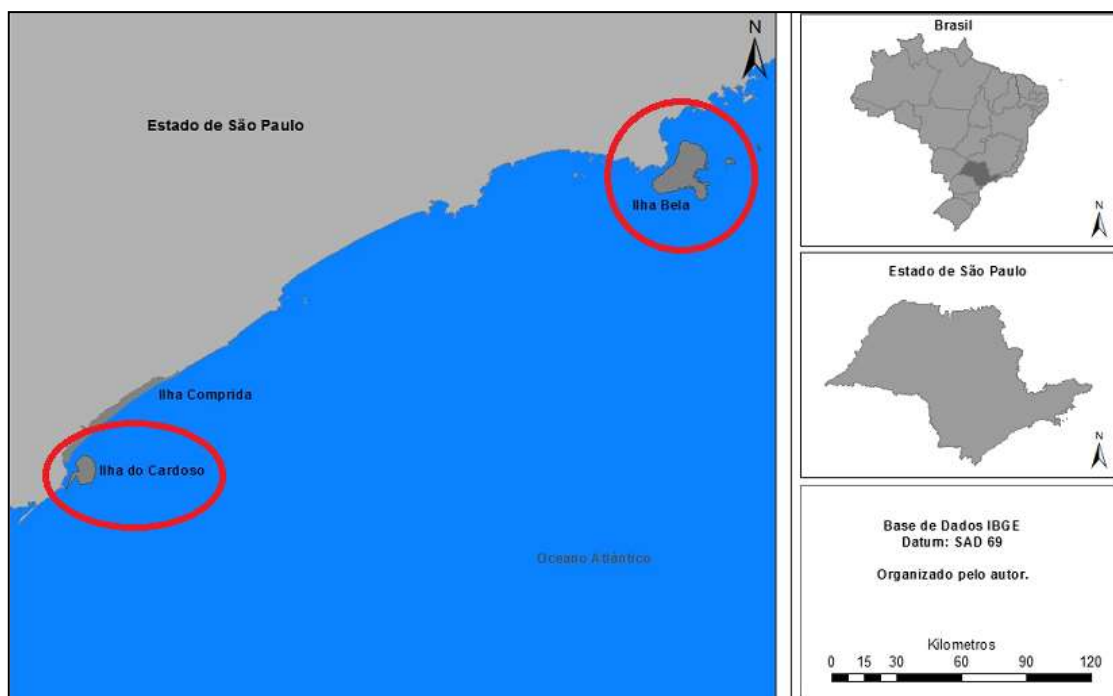


Figura 1 – Localização da Ilha do Cardoso e Ilhabela no estado de São Paulo.

A metodologia utilizada consistiu em trabalho de campo com a realização de entrevistas e preenchimento de questionários. Os dados foram coletados nas escolas e na casa dos alunos. As entrevistas e os questionários foram direcionados a professores, pais de família e alunos e visaram determinar a importância da eletrificação e a relação que existe entre a tecnologia fotovoltaica e a educação rural.

2. RESULTADOS DA PESQUISA NA ILHA DO CARDOSO

2.1 Características da escola da comunidade de Marujá

A escola visitada entre 23 e 28 de agosto de 2013 fica na comunidade de Marujá, localizada na Ilha do Cardoso, município de Cananéia. Essa escola tem uma sala de aula, dois banheiros, uma cozinha e um dormitório com banheiro para hospedar o professor. O fornecimento de energia elétrica é realizado por meio de um gerador fotovoltaico de 150 Wp (Fig. 2).

A escola possui um liquidificador e cinco lâmpadas incandescentes que por seu baixo custo substituíram as originais do projeto (lâmpadas fluorescentes compactas, LFC). A iluminação elétrica é utilizada somente nos períodos nublados. No dia da visita, as lâmpadas funcionavam com luminosidade muito baixa e a energia armazenada nas baterias não era suficiente para ligar o liquidificador. A manutenção é realizada pela prefeitura do município de Cananéia, responsável por todo o patrimônio.

Nesta escola estão matriculados 14 alunos, mas frequentam efetivamente somente 9. Nos dias visitados só havia 8 alunos. As aulas são multiseriadas, assim, dos alunos entrevistados, três estão no primeiro ano, dois no segundo, dois no terceiro e um no quinto. As aulas só são oferecidas no período matutino das 7h00 às 12h00.



Figura 2 – Escola rural da comunidade de Marujá, Ilha do Cardoso, Cananéia.

2.2 A visão da professora da escola de Marujá na Ilha do Cardoso

A professora da escola da comunidade de Marujá não mora no local, pois a sua residência fica em outra localidade da mesma ilha. Na entrevista foi perguntado se a energia elétrica proveniente do gerador fotovoltaico ajuda no desenvolvimento das aulas, e ela respondeu que quando o sistema funciona corretamente ajuda principalmente na iluminação do ambiente. A professora também comentou que quando não é feita a manutenção e o sistema funciona de forma irregular, não existe de fato uma contribuição efetiva nas aulas, pois ou a luz artificial é de baixa qualidade ou não funciona, prejudicando o andamento das aulas.

De acordo com seu depoimento, uma das limitações do sistema é a baixa potência porque não é possível utilizar equipamentos que poderiam auxiliar nas aulas como é o caso da televisão e o DVD. Também foi mencionado o problema de coincidir vários dias seguidos sem sol o que ocasiona a descarga das baterias deixando a sala de aula no escuro. Além disso, pelo fato do sistema estar subdimensionado ele prejudica as aulas ao impossibilitar o uso de equipamentos didáticos. Quando a bateria se descarrega e não é capaz de sustentar uma lâmpada as atividades programadas devem ser mudadas. Neste caso, a leitura e a escrita ficam para o fim da manhã quando há uma maior intensidade de luz natural. Conforme relatado pela professora, as falhas se devem à falta de manutenção. Nesta escola há quatro anos o sistema não passa por manutenção e tampouco as baterias foram trocadas.

Além da escola de Marujá, a professora já lecionou em duas outras que funcionavam na ilha. Na escola da comunidade Pontal do Leste o primeiro sistema instalado para geração de energia elétrica utilizava módulos fotovoltaicos. Essa escola contava com água encanada, banheiro e cozinha. Também utilizava iluminação elétrica e uma TV e um DVD que possibilitavam a visualização de filmes recreativos e vídeo-aulas. O mais importante era mostrar para as crianças coisas fora do seu cotidiano, pois eram poucas as vezes que tinham a oportunidade de deixar a ilha.

Quando esta escola só possuía esse sistema não era possível utilizar a TV e o DVD a qualquer momento, somente quando o dia estava com poucas nuvens e com bastante sol. O problema era que o sistema também foi subdimensionado. O projeto inicial só previa a utilização de lâmpadas para a iluminação descartando uma possível aquisição de outros equipamentos eletrônicos.

Posteriormente foi instalado um gerador eólico com o intuito de aumentar a disponibilidade de energia elétrica. Nesse momento a escola também recebeu uma geladeira que possibilitou armazenar alimentos frescos. Com a potência extra a TV e o DVD podiam ser utilizados com mais frequência. Com mais recursos a escola teve condições de oferecer aulas de melhor qualidade e a professora tinha melhores condições de trabalho. No entanto, esta escola fechou porque a comunidade é muito pequena e a demanda de alunos para estudar na escola era insuficiente.

A outra escola da ilha onde a professora trabalhou ficava na comunidade de Cambriú que também foi fechada. Na época possuía um sistema híbrido com gerador eólico e fotovoltaico. A escola contava com banheiros para os alunos e para a professora, água filtrada, cozinha, iluminação elétrica, TV e DVD. Tanto na escola de Cambriú quanto de Pontal do Leste a energia elétrica proveniente dos módulos fotovoltaicos e dos geradores eólicos ajudava no desenvolvimento das aulas. A TV e o DVD permitiam o uso de vídeo-aulas possibilitando a aplicação de outros métodos para explicar o conteúdo a ser ensinado. Também era possível exibir filmes como forma de recreação.

2.3 Visão dos alunos da escola da comunidade de Marujá

Com relação à pesquisa desenvolvida com os alunos na escola da comunidade de Marujá, na Tab. 1 estão resumidas suas principais características. Pode-se observar que todos os alunos estudam em casa as quais contam com energia elétrica, a maior parte proveniente de módulos fotovoltaicos. Somente os alunos 4 e 8, que são irmãos, têm um sistema com módulos fotovoltaicos e um gerador a diesel. Além da iluminação elétrica todos os alunos possuem

televisão. A maioria conta com DVD, rádio e só um aluno tem geladeira. O que mais surpreendeu na pesquisa foi o número de pessoas que tem TV por assinatura. Quase todos os pais demonstraram interesse nos estudos dos filhos e procuram acompanhar sua vida escolar. Como a escola fica em uma ilha e todos vivem em comunidade, existe uma aproximação natural entre pais e professores.

Tabela 1 – Características dos alunos entrevistados na escola de Marujá.

	Idade	Ano escolar	Nº de pessoas em casa	Energia elétrica residencial	Equipamentos que possui em casa	Estuda em casa
Aluno 1	6	1	4	Sim, fotovoltaica	Iluminação, TV, DVD, geladeira, rádio.	Sim, 1 hora / tarde.
Aluno 2	6	1	4	Sim, fotovoltaica	Iluminação e TV.	Sim, 1 hora / noite.
Aluno 3	7	1	4	Sim, fotovoltaica	Iluminação, TV e rádio.	Sim, 1 hora/ tarde.
Aluno 4	7	2	5	Sim, fotovoltaica e gerador diesel	Iluminação, TV, DVD, rádio e tablet.	Sim, 2 horas/ noite.
Aluno 5	7	2	5	Sim, fotovoltaica	Iluminação, TV, DVD e rádio.	Sim, 3 horas/ noite.
Aluno 6	9	3	5	Sim, fotovoltaica	Iluminação, TV e DVD.	Sim, 2 horas/ tarde.
Aluno 7	9	3	4	Sim, fotovoltaica	Iluminação, telefone celular, TV, DVD, tablet e rádio.	Sim, 30 minutos/ tarde.
Aluno 8	10	5	5	Sim, fotovoltaica e gerador diesel	Iluminação, TV, DVD, rádio e tablet.	Sim, 2 horas no fim de semana/ manhã.

A pesquisa nesta comunidade mostrou que todos os alunos são de alguma forma beneficiados pela energia elétrica proveniente dos módulos fotovoltaicos. Na escola esta energia é utilizada na iluminação, tornando o ambiente em sala de aula mais agradável, e nos eletrodomésticos para o preparo da merenda escolar. Na residência do aluno a energia elétrica é utilizada na iluminação, em TVs, DVDs, rádios e, em alguns casos, em tablets e telefones celulares.

A utilização da iluminação elétrica nos domicílios se mostra importante, pois 3 dos 8 alunos entrevistados estudam e fazem suas atividades escolares em casa no período noturno. Alguns dos pais só podem estar em casa à noite para poder ajudar os filhos com os estudos. Os outros alunos, mesmo estudando no período vespertino, as vezes necessitam a iluminação elétrica para clarear mais o ambiente em dias nublados ou chuvosos.

A televisão é utilizada principalmente para diversão, porém indiretamente as crianças aprendem outras coisas como por exemplo o aluno 1 aprendeu a amarrar o cadarço dos sapatos assistindo um programa de TV. O tablet é utilizado por alguns dos alunos entrevistados para jogar, ler e-books e ouvir música. Os alunos 4 e 8 são um exemplo, pois um jogo os ajuda a aprender a associar palavras a imagens. No entanto, a leitura não está presente somente nos jogos, pois os alunos 4 e 8 leem e-books de histórias infantis no tablet. Esses fatos demonstram que a energia elétrica gerada pelos módulos fotovoltaicos ajuda na educação e no aprendizado dos alunos da escola de Marujá.

3. RESULTADOS DA PESQUISA EM ILHABELA

A pesquisa de campo em Ilhabela foi realizada entre 20 e 25 de setembro de 2013. Nessa ocasião foram visitadas as Escolas Municipais Castelhanos (Canto do Gato/Ribeirão), João Antônio Cesar (Praia Mansa) e Praia de Castelhanos (Canto da Lagoa). A Fig. 3 mostra alguns detalhes destas escolas e a Tab. 2 dados referentes às três escolas visitadas.



Figura 3 – (A) E.M Castelhanos Canto da Lagoa, Praia de Castelhanos, (B) E.M Prof. João Antonio Cesar, Praia Mansa – Ilhabela, SP.

Tabela 2 – Dados das escolas visitadas em Ilhabela.

	E.M Castelhanos (Canto do Gato)	E.M João Antônio Cesar	E.M Praia de Castelhanos (Canto da Lagoa)
Nº de alunos	37	26	14
Nº de Professores	3	3	3
Anos atendidos	1º ao 9º ano	1º ao 9º ano	1º ao 3º ano do ensino médio
Período das aulas	Manhã e tarde	Manhã e tarde	Manhã e tarde
Professores que moram na escola	1	2	1
Sistema utilizado	Fotovoltaico	Fotovoltaico	Gerador diesel
Potência do sistema	980Wp (4x245Wp)	980Wp (4x245Wp)	Não informado
Equipamentos que a escola possui	TV, DVD, ventilador, computador e iluminação.	TV, DVD, computador e iluminação.	Computador e iluminação.
Observações	As lâmpadas são utilizadas somente em períodos nublados. O ventilador somente em períodos muito quentes. A TV, DVD e os computadores são mais utilizados em dias ensolarados	A iluminação é utilizada somente em dias nublados para economizar energia. A TV e o DVD são utilizados com mais frequência. O computador não é tão utilizado devido à falta de softwares voltados ao ensino.	A escola tem varias limitações devido as restrições no uso do gerador.
O sistema costuma apresentar problemas?	Não	Não	Não

3.1 Características da Escola Municipal Castelhanos (Canto do Gato)

A Escola Municipal Castelhanos (Canto do Gato/Ribeirão) é uma escola pequena, com uma sala de aula, dois banheiros para uso dos alunos, uma cozinha e um dormitório com banheiro para o professor. O fornecimento de energia elétrica provém de um gerador fotovoltaico constituído por 4 módulos de 245Wp cada totalizando 980Wp. Esta escola tem 37 alunos matriculados, 23 no período matutino que funciona das 7h00 às 12h00, e 14 no período vespertino, das 13h00 às 18h00.

Enquanto aos aparelhos elétricos, a escola possui um liquidificador, 15 lâmpadas fluorescentes, uma TV, um DVD, 5 computadores, um sistema de bombeamento de água e um ventilador de mesa. As lâmpadas estão distribuídas duas na cozinha, oito na sala de aula, duas no corredor que interliga a sala à cozinha, uma em cada banheiro e uma no quarto do professor. A iluminação é utilizada somente no período de aula, principalmente nos dias nublados. O ventilador é utilizado somente nos dias muito quentes do verão. A TV, o DVD e os computadores são utilizados com mais frequência em dias ensolarados devido à perda de eficiência do sistema fotovoltaico. Quando há um período longo chuvoso, os alunos não utilizam todos os computadores como forma de economizar energia. Durante a visita o sistema não trabalhava com a potência máxima porque as baterias se encontram no final de sua vida útil.

3.2 A visão da professora da Escola Municipal Castelhanos (Canto do Gato)

A professora entrevistada considera o sistema fotovoltaico importante, pois ele permite utilizar recursos que auxiliam no desenvolvimento das aulas. A iluminação permite que o aluno enxergue o que está escrito na lousa e nos livros mais claramente, sem a necessidade de forçar os olhos. A televisão e o DVD são utilizados para exibir vídeo-aulas dando outro enfoque ao conteúdo abordado em sala de aula. Também são mostrados documentários e filmes educativos.

Os computadores são utilizados principalmente para aulas de informática onde os alunos aprendem a manipular o sistema operacional e os diversos programas. Também são utilizados para realizar pesquisas em uma enciclopédia virtual disponível nos equipamentos. Na ocasião da visita a escola não tinha acesso à internet. A professora também informou que não consegue visualizar nenhuma limitação no sistema elétrico utilizado para aplicação das aulas, pois para o principal serviço que é a iluminação o sistema nunca falhou e nunca prejudicou as aulas. No entanto, o sistema apresenta mais problemas no mês de julho, principalmente nos dias nublados ou chuvosos, muito embora nesse período a escola permaneça fechada por conta do recesso escolar.

A professora prepara as aulas, corrige provas, trabalhos e cadernos dos alunos à noite, dedicando em média 4 horas para desenvolver essas atividades. Ela comentou que a ausência de energia elétrica tornaria muito difícil fazer tudo isso no período noturno. Como já lecionou em escolas sem energia elétrica, a maior dificuldade que ela encontrou foi ministrar aulas em dias nublados e chuvosos, momentos em que a energia elétrica faz bastante diferença e a sua falta é mais sentida.

3.3 Características da Escola Municipal João Antonio Cesar

A outra escola que foi visitada foi a Escola Municipal João Antônio Cesar que fica na comunidade de Praia Mansa. É pequena e conta com uma sala de aula, dois banheiros, uma cozinha e dois dormitórios ocupados por duas professoras que moram nessa escola. Conta com 26 alunos matriculados, sendo 11 no período matutino e 15 no período vespertino. As aulas da manhã são oferecidas das 7h00 às 12h00 e as aulas da tarde das 13h00 às 18h00.

O fornecimento de energia elétrica provém de 4 módulos fotovoltaicas de 245Wp cada, totalizando 980Wp e um banco de 12 baterias de chumbo-ácido de 105Ah cada. Os equipamentos elétricos existentes são 13 lâmpadas fluorescentes, uma TV, um DVD, um liquidificador, 5 computadores e uma impressora e copiadora a jato de tinta. A iluminação elétrica é utilizada somente em períodos nublados ou chuvosos. A TV e o DVD são utilizados com certa frequência, já os computadores são menos utilizados devido à falta de softwares voltados ao ensino e também para preservar a energia armazenada nas baterias. O sistema da escola não vem operando com máxima eficiência, pois 4 das 12 baterias não estão mais funcionando e as outras 8 encontram-se no final de sua vida útil. A manutenção do sistema está sob a responsabilidade da prefeitura do município de Ilhabela.

3.4 A visão da professora da Escola Municipal João Antonio Cesar

A professora entrevistada considera que o sistema fotovoltaico contribui para o andamento das aulas principalmente com a iluminação que permite lecionar em qualquer situação, independentemente do clima. Ela também considera o sistema como importante auxiliar para o preparo da comida, pois permite a utilização de eletrodomésticos. Apesar das baterias estarem no fim da vida útil, não foi apontado nenhuma limitação do sistema pelo fato de não ter apresentado problemas que prejudicassem as aulas.

A televisão e o DVD são utilizados pela professora para exibir vídeo-aulas, reportagens e filmes educativos disponíveis na videoteca elaborada e mantida pela própria professora. Os computadores são utilizados somente para as aulas de informática e ela acha que seriam mais úteis para os alunos se existisse acesso à internet via satélite. A professora costuma preparar suas aulas à noite e muitas das atividades são feitas no computador utilizando imagens digitalizadas pelo escaneamento de livros, jornais e revistas. Também extrai textos e letras de músicas infantis para colocar em suas atividades.

Esta professora mostrou um enorme arquivo de atividades desenvolvidas que foram coletados mediante o uso do computador. Muitas destas atividades são impressas e aplicadas nas aulas. Ela comentou que se não fosse a impressora a aula não renderia tanto, pois perderia muito tempo na lousa escrevendo as atividades. Como a sala é multisseriada, teria que escrever uma atividade por turma. O tempo que seria desperdiçado passando atividades na lousa, a professora utiliza tirando dúvidas dos alunos. Este método deixa a aula mais dinâmica, tirando melhor proveito do tempo da aula. Além disso, ela consegue focar nos pontos onde os alunos têm maior dificuldade, trabalhando melhor suas deficiências. A professora tem tido sucesso na alfabetização dos alunos porque o material elaborado por ela utiliza o conhecimento vivencial do lugar onde a escola está inserida.

3.5 Características da Escola Municipal Praia de Castelhanos (Canto da Lagoa)

A Escola Municipal Praia de Castelhanos (Lagoa / Classe Descentralizada da E.E Dr. Gabriel Ribeiro dos Santos) é uma escola pequena com uma sala de aula, um laboratório de informática, uma cozinha, dois banheiros para uso dos alunos e um dormitório para o professor. O fornecimento de energia provem exclusivamente de um gerador a diesel. Tem 14 alunos matriculados e o período das aulas é desmembrado, terça e quinta as aulas são das 7h00 aos 12h00 e segunda, quarta e sexta as aulas são das 13h00 às 18h00. Esta escola tem 4 funcionários, uma cozeira que mora na comunidade de Castelhanos e três professoras que dividem todas as disciplinas. Das três professoras somente uma reside na escola durante a semana, as outras residem em outras escolas da comunidade.

Os equipamentos elétricos que a escola possui são 12 lâmpadas fluorescentes e 5 computadores. A iluminação elétrica é utilizada a partir das 16h00 nos dias das aulas de informática e, nos demais dias, somente a partir das 18h00 com o objetivo de economizar combustível. Os computadores são utilizados somente uma vez por semana e, em caso de muita necessidade, podem ser utilizados até duas vezes a partir das 16h00. Em ambos os casos somente para as aulas de informática.

3.6 A visão da professora da Escola Municipal Praia de Castelhanos (Canto da Lagoa)

A professora entrevistada considera o sistema de geração diesel ruim pelos seguintes motivos: é limitado não podendo ser utilizado a qualquer horário; tem que ser periodicamente abastecido com combustível; quando acionado gera um ruído muito alto atrapalhando a aula; quando apresenta algum defeito, a escola tem que aguardar semanas até que seja feita a manutenção; a cozeira não pode utilizar eletrodomésticos para o preparo da merenda, devido à restrição do horário de acionamento do gerador. Comparativamente, o gerador fotovoltaico produz energia elétrica disponível a qualquer momento o que permite que a iluminação seja utilizada sempre que houver necessidade. Também não produz ruído e amplia o tempo do uso de eletrodomésticos para o preparo da merenda.

A professora prepara suas aulas à noite, porque de manhã e tarde ela está lecionando e não sobra tempo. Ela costuma ficar até 4 horas preparando e corrigindo as atividades. Foi comentado que a lição tem que ser preparada diariamente, pois a correção e a análise das atividades aplicadas em sala define o que será ensinado no dia seguinte.

Segundo esta professora, existem diversas restrições no sistema de geração a diesel, já no sistema solar fotovoltaico da outra escola ela não encontra nenhuma restrição. Essa declaração está relacionada às limitações que ela percebeu no uso do gerador a diesel, algo que não acontece com o gerador fotovoltaico. No entanto, o gerador a diesel não costuma apresentar muitos defeitos, pois só é utilizado para acionar os computadores uma vez por semana. Ele não é utilizado para a iluminação, pois as aulas acontecem somente com a iluminação natural. Em contrapartida, o sistema fotovoltaico que é utilizado na outra escola que ela leciona, não costuma apresentar defeitos ajudando de manhã nas aulas e à noite com a iluminação para a correção e o preparo das atividades dos alunos.

3.7 Visão de alguns alunos das escolas visitadas em Ilhabela

Com relação à pesquisa com os alunos, na Tab. 3 estão resumidas as características dos entrevistados. Os três alunos entrevistados são de diferentes idades, cada um em um ciclo escolar diferente. Nem todos têm energia elétrica em casa e nem todos gostam de estudar. A energia elétrica da casa do aluno 2 é produzida por um gerador a diesel e na do aluno 1 por um sistema misto fotovoltaico e diesel, este último predominante nas comunidades de Castelhanos. O único item comum entre todos os alunos é o rádio. Os alunos 1 e 2 têm iluminação elétrica, no entanto, somente o aluno 2 tem TV e o aluno 1 tem computador e telefone celular.

Tabela 3 – Características dos alunos entrevistados em Ilhabela.

	Idade	Ano escolar	Nº de pessoas em casa	Energia elétrica residencial	Itens que possui em casa	Estuda em casa
Aluno 1	14	9º Fund. II	8	Sim, fotovoltaico e gerador diesel	Iluminação, telefone celular, notebook e rádio	Sim, 30 minutos / noite
Aluno 2	9	4º Fund. I	6	Sim, gerador diesel	Iluminação, TV e rádio	Não.
Aluno 3	17	2º Médio	5	Não	Rádio a pilha	Sim, 1 hora/ noite

O aluno 1 utiliza a iluminação para estudar à noite e o computador para fazer alguns trabalhos da escola. O aluno 2, ao contrário, não aproveita a energia elétrica para os estudos, pois não utiliza a iluminação elétrica para estudar e a TV só é utilizada para assistir programas de conteúdo geral. A aluna 3 é a que não tem energia elétrica em casa, mas compreende a importância que ela teria em seus estudos. Ela é quem fica mais tempo estudando, 1 hora por dia com a luz de lamparina. Embora esta aluna não disponha de energia elétrica, ela acaba se beneficiando da eletrificação residencial ao ir à casa da amiga estudar à noite.

4. CONCLUSÕES

Pode-se dizer que as constatações realizadas mediante a pesquisa de campo mencionada neste artigo não foram muito diferentes das que foram observadas em outros países. Em todos os casos a iluminação foi considerada como o principal benefício da geração fotovoltaica, notadamente porque ela permite ofertar aulas em qualquer período, independentemente da luz diurna.

Por outro lado, o impacto do uso de tecnologias que funcionam com a energia elétrica proveniente dos módulos fotovoltaicos foi positivo. Esse impacto é potencializado quando o professor é capaz de fazer melhor uso deles. Isso também foi verificado nas comunidades rurais americanas onde foi observado que a atitude do professor exerce forte influência no melhor aproveitamento dos equipamentos para preparo e treinamento. No Brasil esse fato se comprova com a atitude da professora da escola João Antônio Cesar de Ilhabela a qual utiliza o computador e a impressora para preparar suas atividades. Os resultados obtidos no aprendizado dos alunos foi muito bom e só não foram melhores pela falta de acesso à internet, situação muito diferente ao de algumas escolas africanas que utilizavam essa moderna tecnologia.

A partir da pesquisa desenvolvida nas escolas rurais localizadas em Ilhabela e Ilha do Cardoso podem ser emitidas as seguintes conclusões:

1) Todos os professores das escolas entrevistas concordam em que a energia elétrica proveniente dos geradores fotovoltaicos contribui na educação dos alunos. Na pesquisa de campo relatada neste artigo ou nos trabalhos realizados por outros autores nos Estados Unidos ou na África, fica claro que todos os professores se mostraram favoráveis ao uso dessa tecnologia nas escolas rurais. Quanto existe alguma insatisfação ela está relacionada à falta de manutenção ou ao subdimensionamento do sistema e não à tecnologia em si.

2) A comparação entre tipos de geradores de energia elétrica mostrou que o gerador fotovoltaico é mais eficiente e menos limitado do que o gerador diesel utilizado em uma escola pesquisada. O gerador diesel mostrou problemas principalmente relacionados com o barulho e a aquisição de combustível. Isso inviabiliza a utilização contínua do gerador e o consequente uso de equipamentos didáticos de apoio.

3) Nas residências dos alunos foi possível observar que os módulos fotovoltaicos são úteis para a educação principalmente mediante a iluminação. Tanto nas residências de Ilhabela e Ilha do Cardoso quanto em Zâmbia e África

do Sul este fator permitiu os alunos estudarem inclusive à noite, podendo fazer outras tarefas ao longo do dia. Estudos mostram que quando uma pessoa não dispõe de iluminação elétrica em casa ela reclama da sujeira emitida pelas lâmpadas a querosene, da ardência nos olhos e de dores de cabeça (Obeng *et al.*, 2008). Tudo isso demonstra a importância da luz elétrica. Um detalhe observado foi que o aluno que não dispõe de luz elétrica em casa para estudar vai à casa de um amigo que conta com esse serviço. Essa situação foi presenciada no estudo realizado em Zâmbia e no caso da aluna 3 em Ilhabela. Tanto no Brasil quanto em Zâmbia os pais dos alunos afirmam que com a iluminação elétrica as crianças passam mais tempo estudando durante a noite.

4) Os geradores fotovoltaicos contribuem positivamente na educação em diversas escolas, beneficiando uma quantidade considerável de alunos com a energia elétrica produzida. Em todas as escolas pesquisadas onde o sistema funciona efetivamente os professores são unânimes em aprovar seu uso. Nas escolas onde o sistema não funciona é importante destacar que os problemas não estão relacionados ao tipo de tecnologia empregada, mas sim à falta de manutenção.

5) A geração fotovoltaica tornou possível o acesso à energia elétrica nas escolas onde a rede elétrica convencional não consegue chegar. Essas escolas passaram a ter luz elétrica permitindo em alguns casos a oferta de aulas noturnas, ou no mínimo, proporcionando iluminação de melhor qualidade na sala de aula durante os dias nublados.

6) A iluminação não foi o único benefício proveniente da instalação dos módulos fotovoltaicos. Algumas escolas com energia elétrica podem empregar TVs e DVDs para que os professores complementem suas aulas levando um mundo novo aos alunos. Em outras escolas foi possível fazer funcionar computadores que mostram o mundo virtual. Todos esses equipamentos ajudam o professor na preparação e apresentação das aulas.

7) Os módulos fotovoltaicos também demonstraram serem vantajosos na casa dos alunos. Muitos dos entrevistados declararam que se beneficiaram da luz elétrica em seus lares, permitindo brincar com os colegas durante o dia e estudar à noite no conforto do lar. Algumas das crianças se beneficiaram com o acesso à televisão em seus lares, pois através de alguns programas educativos foram capazes de aprender valores e adquirir conhecimento.

REFERÊNCIAS

- Cakir, H., Delialioğlu, O., Dennis, A., Duffy, T., 2009. Technology enhanced learning environments for closing the gap in student achievement between regions: Does it work?, Association for the Advancement of Computing in Education Journal – AACEJ, vol. 17, nº 4, pp. 301-315.
- Christensen, R., 2002. Effects of technology integration education on the attitudes of teachers and students, Journal of Research on Technology in Education, vol. 34, nº 4, pp. 411-433.
- Gustavsson, M., Ellegard, A., 2004. The impact of solar home systems on rural livelihoods. Experiences from the Nyimba Energy Service Company in Zambia, Renewable Energy, vol. 29, pp. 1059-1072.
- Gustavsson, M., 2007. Educational benefits from solar technology - Access to solar electric services and changes in children's study routines, experiences from eastern province Zambia, Energy Policy, vol. 35, pp. 1292-1299.
- Hannum, W. H., Irvin, M. J., Banks, J. B., Farmer, T. W., 2009. Distance education use in rural schools, Journal of Research in Rural Education, vol. 24, nº 3, pp. 1-15.
- Hawkes, M., Halverson, P., Brockmueller, B., 2002. Technology facilitation in the rural school: An analysis of options, Journal of Research in Rural Education, vol. 17, nº 3, pp. 162-170.
- Howley, A., Wood, L., Hough, B., 2011. Rural elementary school teachers' technology integration, Journal of Research in Rural Education, vol. 26, nº 9, pp. 1-13.
- Obeng, G., Akuffo, F., Braimah, I., Evers, H., Mensah, E., 2008. Impact of solar photovoltaic lighting on indoor air smoke in off-grid rural Ghana, Energy for Sustainable Development, vol. XII, nº 1, pp. 55-61.
- SELF, 2009. Solar Electric Light Fund and Powering a Brighter 21st Century, Phase One Report: The Solar Rural Schools Project (2006-2008), Zwelenqaba Senior Secondary School and two other junior schools in the Eastern Cape Province, South Africa, May 2009.
- Souza, M. C., 2014. Impactos do uso da tecnologia solar fotovoltaica na educação rural, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade Federal do ABC, Santo André, SP.

THE CONTRIBUTION OF PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS IN RURAL SCHOOLS OF ILHABELA AND ILHA DO CARDOSO, SÃO PAULO STATE

Abstract. *This paper presents the results of a survey conducted in rural schools that aimed to establish the contribution that photovoltaic technology plays in the education of students. For this purpose, a field work in three rural schools using the photovoltaic system for power generation was performed and, for comparison purposes, in a school that uses diesel generator for the same reason. The methodology has consisted of completing questionnaires, as well as interviews by four teachers, eleven students and six students' fathers. The analyzed schools are in communities located in the municipalities of Cananéia and Ilhabela of the São Paulo State. Collected data indicated the benefits and impacts of photovoltaic technology in the teaching and learning enhancement, as well as what the limitations and problems derived from the use of photovoltaic systems.*

Keywords: *Rural education, Solar photovoltaic technology, Electrification of schools.*