REVISTA

SODEBRAS

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 7 - N° 76 - Abril / 2012
ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

A ENGENHARIA SIMULTÂNEA NO PROJETO DE PRODUTOS INCLUSIVOS ORIENTADOS PARA O DESIGN UNIVERSAL - Maria Lucia Miyake Okumura; Jéssica Yuri Kita; Osiris Canciglieri Junior 03

UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA - Geraldo Mariano Da Silva Júnior 12

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL - Gilda Cortez Pereira 18

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
http://www.sodebras.com.br

ISSN 1809-3957

Revista SODEBRAS –Volume 7 – N° 76 - ABRIL/ 2011

A ENGENHARIA SIMULTÂNEA NO PROJETO DE PRODUTOS INCLUSIVOS ORIENTADOS PARA O DESIGN UNIVERSAL

MARIA LUCIA MIYAKE OKUMURA[1]; JÉSSICA YURI KITA[1]; OSIRIS CANCIGLIERI JUNIOR[1]
1 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ – PUC PR

***Resumo** - A Engenharia Simultânea (ES) e o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDID) exercem funções fundamentais para proporcionar vantagens competitivas e possibilita abranger segmentos diversificados. Dentre este aspecto, estão os produtos dirigidos para práticas desportivas de paraatletas. O presente artigo tem o objetivo de empregar o estudo teórico-conceitual da ES no PDIP atribuindo os conceitos de design universal, usabilidade e ergonomia do produto, com foco nas pessoas com deficiência. Seguidamente, apresenta-se uma proposta de modelo conceitual, o qual se abre uma discussão na macrofase de elaboração de projetos, através do produto desportivo de paraatletas com deficiência visual, no caso uma bola com guizos utilizado no futebol e no goalball, para um estudo comparativo e de abordagem qualitativa. Ao final, os resultados da discussão do modelo conceitual, juntamente com a apresentação do protótipo, elaborado dentro do conceito de prototipagem rápida, e a conclusão quanto o processo de desenvolvimento de produtos inclusivos.*

***Palavras-chave:** Desenvolvimento de produto, design universal, engenharia simultânea, ergonomia, pessoas com necessidades especiais.*

I. INTRODUÇÃO

O processo de globalização trouxe um cenário do mercado mais exigente na qualidade, na inovação e no custo dos produtos. Diante disso, o ambiente da Engenharia Simultânea (ES) e o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PDID) exercem funções fundamentais para proporcionar vantagens competitivas, cujo propósito versa na busca de alternativas estratégicas, desvendando inovações de recursos, métodos e tecnologias, os quais são focados nos requisitos do cliente.

Neste aspecto, o PDID possibilita abranger segmentos diversificados, e dentre estes, estão os produtos dirigidos para práticas desportivas, que estão cada vez mais presentes no mercado. Esta desmanda está concernente ao crescimento do setor, devido surgir novas modalidades esportivas, e também, pelo aumento de número de pessoas adeptas às práticas de exercício físico e dos fortes incentivos e patrocínios nos eventos de competição nacional e internacional como os Jogos Olímpicos, assim como, amplia-se para categorias de paraolimpíadas com participação de pessoas com deficiência (PcD).

O fato de alcançar a prática e a visibilidade do esporte de alto-rendimento de paraatletas é recente no Brasil, no entanto, já em 2006, Vital Severino Neto, na época presidiu o Comitê Paraolímpico Brasileiro, afirmou que este advento traz resultados nas competições esportivas, e está contribuindo para apresentar o esporte adaptado à comunidade acadêmica, tornando-se ferramenta de integração, e ainda, possibilitando a garimpar futuros talentos (FONTES, 2006). Portanto, os esportes relacionados aos paraatletas, mesmo existindo poucas modalidades, tendem a estimular as PcD a praticarem esportes e, acima de tudo, têm também um cunho para a inclusão social.

Destarte, o PDID no ambiente da ES torna-se um forte aliado perante os produtos desportivos para PcD, pois, conforme Back (1983), a elaboração de um projeto é uma atividade orientada para o atendimento da necessidade humana, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos de nossa cultura, abarcando-se os fatores técnicos, humanos, econômicos, sociais e políticos.

Neste contexto, o presente artigo tem o objetivo de empregar o estudo teórico-conceitual da ES no PDIP atribuindo os conceitos e definições de design universal, usabilidade e ergonomia do produto, os quais abrangem um controle de gerenciamento concorrente durante o ciclo do produto, fortalecendo-os desde início do projeto com foco nas PcD. Desta forma, busca-se identificar as barreiras e as especificidades dos usuários, cujas informações possibilitam elaborar o projeto de produto orientado para esporte de paraatleta. Em seguida, apresenta-se uma proposta de modelo conceitual estruturada, o qual se abre uma discussão ilustrando os fundamentos identificados nas fases de elaboração de projetos, e assim, através da aplicação de dois produtos desportivos de atletas com deficiência visual, no caso a bola com guizos utilizada no futebol e no *goalball*, para um estudo comparativo e de abordagem qualitativa. A coleta de dados gerou-se por meio de consultas bibliográficas nas entidades envolvidas como: Associação Promotora de Estudos de Cegos - APEC (2011), Confederação Brasileira de Desportos para Cegos – CBDC (2011), International Blind Sports Federation – IBSA (2011), Comitê Paraolímpico Brasileiro (FONTES, 2006; NASCIMENTO&MOURATO, 2006), e observações nos filmes de jogos disponíveis na rede de internet. Ao final, os resultados da discussão do modelo conceitual com o protótipo virtual elaborado no conceito

ISSN 1809-3957

de prototipagem rápida, e a conclusão quanto o processo de desenvolvimento de produtos esportivos e inclusivos.

Esclarece também que este trabalho faz parte de uma pesquisa global, cuja parcela deste estudo, também foi o escopo de dois projetos de Iniciação Científica – PIBITI 2010/2011 da Instituição de Ensino Superior, o qual envolveram as equipes de graduação do curso de Educação Física e de engenharia de produção.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O embasamento teórico faz aprofundar nos conhecimentos das áreas envolvidas, sendo o ponto de partida de uma pesquisa com intenção de esboçar um primeiro cenário, que engloba uma tentativa de formular explicações acerca de algum aspecto da realidade (BERTO&NAKANO, 2000).

Neste sentido, aprofundam-se nos conceitos e métodos que concernem a este estudo.

A. Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos

O desenvolvimento de novos produtos é uma atividade complexa, onde envolve diversos interesses e habilidades, tais como de atender: os consumidores quanto os desejos de novidades, de melhores produtos, a preços razoáveis; os vendedores de requerer diferenciações e vantagens competitivas; e os empresários de querer pouco investimento e retorno rápido do capital (BAXTER, 2001). Por isso, este processo requer pesquisa, planejamento cuidadoso, controle detalhado e uso de métodos sistemáticos com abordagem interdisciplinar de várias áreas. Assim, os fatores internos da empresa devem estar voltados para cooperação entre a área técnica e marketing, onde informam as observações do mercado, quanto os benefícios significativos para os consumidores, que orientam as definições com precisão no planejamento e na especificação prévia do produto.

De acordo com Back *et al*.(2008), o PDIP é uma metodologia por meio da qual uma equipe multidisciplinar desenvolve um projeto, considerando simultaneamente ao longo do seu desenvolvimento, as necessidades e restrições do ciclo de vida do produto.

Entre as contribuições do PDIP na elaboração do produto destacam-se:

a) Redução de custos: as mudanças ocorrem no decorrer do PDIP e quanto antes solucionado, menor será o custo envolvido (ROZENFELD *et al*., 2006; BACK *et al.*, 2008);

b) Melhoria da qualidade: aumenta a qualidade do produto e diminui as modificações quando o processo é focado para o cliente e envolvendo os fornecedores (ROZENFELD *et al*., 2006);

c) Aprendizado: decorrente da equipe de PDIP ter contato nas diversas informações que proporcionam o conhecimento e habilidades diversificadas que contribuem para resolução de problemas (TAKEUCHI&NONAKA, 1986);

d) Flexibilidade: o sistema de PDIP é realizado num ambiente integrado que fluem melhores alternativas para mudanças nos projetos conforme a necessidade do cliente (HAUSER&CLAUSING,1998).

B. Ambiente da Engenharia Simultânea

A ES busca instrumentos e metodologias que permitem compartilhar as informações atualizadas aos membros da equipe do processo, de modo que possam armazená-las e processá-las simultaneamente. Este acesso deve ser o mais livre possível de barreiras organizacionais ou geográficas, preservando os sigilos normais impostos pela dinâmica dos negócios (KRUGLIANSKA, 1994).

A ES é uma abordagem sistemática no processo de desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto, cujos processos estão relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem abrange todas as pessoas envolvidas no desenvolvimento considerando, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazos e requisitos dos clientes. Logo, a abordagem sistemática que enfatiza o atendimento das expectativas dos clientes, incluindo valores de trabalho em equipes como confiança e compartilhamento para conduzir modificações durante todo o ciclo de vida do produto (PRASAD, 1996).

O conceito de ES tornou-se mais abrangente, podendo fazer o uso de métodos e sistemas integrados (ROZENFELD et al., 2006), como incluir a cooperação e o consenso entre os envolvidos no desenvolvimento, o emprego de recursos computacionais (CAD/CAE/CAM/CAPP/PDM) e a utilização de metodologias (DFx, QFD, FMEA, entre outras).

C. Conceito de Desenho Universal

O desenho universal visa atender a maior gama de variações possíveis das características antropométricas e sensoriais da população (ABNT, 2004). Desta forma, os designs dos produtos e dos ambientes podem ser projetados para a maioria das pessoas, na maior medida possível, de forma que possam utilizar sem a necessidade de adaptação ou desenho especializado (MACE *et al*., 1997). Portanto, a tecnologia para configurar um produto baseado no desenho universal versa em assegurar o uso com segurança e autonomia por todos, nos diversos ambientes, e atendendo os requisitos das pessoas com necessidades especiais.

Diante da complexidade dos requisitos, complementa-se que cada pessoa é um ser único na idade, tamanho, habilidades, talentos e preferências (STORY&MACE, 1998). Sendo assim, torna-se impraticável formar uma amostra com todas as características humanas, porém há necessidade de uma aplicação bem sucedida dos princípios de desenho universal para requerer um entendimento de como as habilidades variam conforme a idade, tipo de deficiência, o ambiente ou das circunstâncias que se encontra. Assim, para realizar o projeto com definições das habilidades humanas podem ser agrupadas nas seguintes categorias: cognição, visão, audição, fala, funções corporais, funções do braço, função da mão, e mobilidade. Estas categorias podem influenciar na configuração do projeto do produto, ou seja, dependem do usuário, ambiente e a abrangência quanto a usabilidade.

ISSN 1809-3957

Ron Mace e sua equipe (MACE *et al.*, 1997) elaboraram e definiram os sete princípios para o desenho universal em 1987, os quais podem ser aplicados para avaliar os projetos existentes, orientar o processo de concepção e educar tanto para os designers como aos consumidores sobre as características de produtos mais utilizáveis nos ambientes. O desenho universal é constituído dos seguintes princípios:

1) Uso equitativo: o projeto deve atender a pessoas com diferentes habilidades;

2) Flexibilidade no uso: o projeto atende a uma gama de indivíduos com diferentes preferências e habilidades;

3) Uso simples e intuitivo: uso fácil e inteligível, independentemente de experiência, conhecimento, forma de comunicação ou nível de entendimento dos usuários;

4) Informação perceptível: o projeto deve transmitir informações de forma efetiva ao usuário, independentemente das condições ambientais ou das habilidades sensoriais dos usuários;

5) Tolerância ao erro: o projeto deve minimizar erros e as consequências adversas de ações acidentais;

6) Baixo esforço físico: o projeto deve ser utilizado com eficiência, conforto e fadiga mínima;

7) Tamanho e espaço adequados para acesso e uso: o projeto deve apresentar tamanho e espaços adequados para acesso, uso e manipulação de objetos, independentemente da antropometria, postura ou mobilidade do indivíduo.

D. Conceito de Usabilidade

De acordo com a norma ISO 9241-11 de 1998 (ABNT,2002), a "usabilidade é a capacidade de um produto ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em contexto de uso específico". Assim encontra-se a atuação de múltiplos componentes, que são critérios básicos para avaliações, e dentre estes estão de ABNT (2002) e do Nielsen (1993), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Componentes da usabilidade.

Critério de Avaliação - ISO 9241-11 (ABNT, 2002)	
Usabilidade	Medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.
Eficácia	Acurácia e completude com as quais usuários alcançam objetivos específicos.
Eficiência	Recursos gastos em relação à acurácia e abrangência com as quais usuários atingem objetivos.
Satisfação	Ausência do desconforto e presença de atitudes positivas para com o uso de um produto.
Contexto de uso	Usuários, tarefas, equipamento (hardware, software e materiais), e o ambiente físico e social no qual um produto é usado.
Sistema de trabalho	Sistema, composto de usuários, equipamento, tarefas e o ambiente físico e social, com o propósito de alcançar objetivos específicos.
Critério de Avalição – Nielsen (1993)	
Facilidade de aprendizagem	O sistema precisa ser fácil de aprender de forma que o usuário possa rapidamente começar a interagir. Este atributo de usabilidade está relacionado à primeira experiência que qualquer usuário tem com um sistema. Este fator é avaliado em função do tempo que o usuário demora para se tornar experiente na execução de suas tarefas.
Eficiência	O sistema precisa ser eficiente no uso, de forma que uma vez aprendido o usuário tenha um nível elevado de produtividade. Portanto, eficiência refere-se a usuários experientes, após um certo tempo de uso.
Facilidade de relembrar - memorização	A forma de utilização do sistema precisa ser fácil de relembrar. Assim, quando o usuário retornar depois de certo tempo, saberá como usá-lo sem ter que aprender novamente como utilizá-lo. Aumentar a facilidade de aprendizagem também torna a interface mais fácil de ser relembrada, mas tipicamente usuários que retornam a um sistema são diferentes dos usuários principiantes.
Poucos Erros	Erro é definido como uma ação que não leva ao resultado esperado. O sistema precisa ter uma pequena taxa de erros, ou seja, o usuário não pode cometer muitos erros durante o seu uso. Se ele errar, deve conseguir retornar a um estado livre de erros, sem perder qualquer coisa que tenha feito. Erros em que o usuário perde trabalho ou que não percebe que ocorreu um erro são exemplos de casos que não podem ocorrer.
Satisfação subjetiva	A satisfação está relacionada a percepção do usuário diante da interface do sistema, ou seja, do usuário gostar do sistema e sentir satisfeitos ao usá-lo. Deste modo, esta medida é subjetiva.
Sistema de trabalho	Sistema, composto de usuários, equipamento, tarefas e o ambiente físico e social, com o propósito de alcançar objetivos específicos.

Fonte: baseado em ABNT (2002) e Nielsen (1993).

E. Conceito de Ergonomia do Produto

O estudo de ergonomia está definido para os aspectos que concerne à harmonia entre os produtos e as pessoas que os usam, com ênfase a fatores físicos do usuário do produto como: alcance aos controles e comandos; forças requeridas; temperaturas; vibrações; acelerações; ruídos; cognição; tensões e danos ao usuário (BACK *et al*., 2008). Desta forma, analisam-se as atividades do usuário de forma global, sendo relevante o domínio das disciplinas acerca de ordem física, cognitiva, social, organizacional, ambiental e de outros (IIDA, 2005). A ergonomia pode-se classificar em:

ISSN 1809-3957

a) **Ergonomia de concepção** - contribuição ergonômica que se faz durante o projeto do produto, da máquina, ambiente ou sistema;

b) **Ergonomia de correção** - aplicada em situações reais, já existentes, para resolver problemas que se refletem na segurança, fadiga excessiva, doenças dos usuários ou quantidade e qualidade da produção;

c) **Ergonomia de conscientização** - procura capacitar os próprios usuários para a identificação e correção dos problemas do dia-a-dia ou aqueles emergenciais;

d) **Ergonomia de participação** - procura envolver o próprio usuário do sistema, na solução de problemas ergonômicos.

A ergonomia vista como interdisciplinaridade, interage com várias disciplinas como fisiologia, psicologia, sociologia, linguística e práticas de profissionais como de medicina do trabalho, design, sócio técnico e tecnologias de estratégia e organizacional, abrangendo os campos das ciências da vida, técnicas, humanas e sociais, cujas áreas de estudo se orientam para o design, arquitetura e engenharia (VIDAL, 2001), conforme apresentada na Figura 1. Pois, a interdisciplinaridade favorece a busca de como modelar a atividade de trabalho e assim, garantir a qualidade operacional.

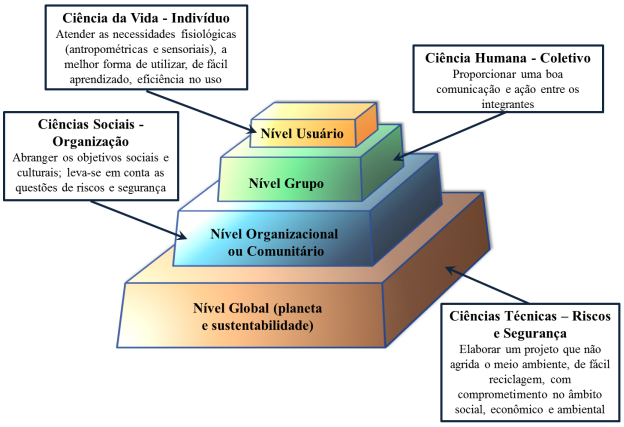


Figura 1. Interdisciplinaridade da Ergonomia.
Fonte: baseado em VIDAL (1998, 2001).

Desse modo, a ergonomia é a ocupação de pessoas qualificadas para responder as demandas acerca da atividade de trabalho e do uso de produtos (VIDAL, 2001). Estas demandas estabelecem campos de interesse amplos e diversificados, que abrangem temas que vão da anatomia a teoria das organizações, do cognitivo ao social, do conforto a prevenção de acidentes. Portanto, requer-se a multidisciplinaridade para formar uma equipe, e uma interdisciplinaridade, para que possam trabalhar juntos e conseguir obter bons resultados.

Conforme a ISO 9241 (ABNT, 2002), as características ergonômicas do produto estendem para os conceitos de usabilidade, que podem ser compreendidos como a capacidade que um sistema oferece a seu usuário, em um determinado contexto de operação, para a realização de tarefas de maneira eficaz, eficiente e confortável. Neste contexto, conforme a área envolvida seguem-se os procedimentos de:

a) Ciência da vida estudando o indivíduo: atender no nível do usuário quanto às necessidades fisiológicas (antropométricas e sensoriais), privilegia o desempenho do usuário em sua tarefa;

b) Ciência humana direcionada ao coletivo: atende no nível de grupo onde proporciona uma boa comunicação e ação entre os integrantes;

c) Ciências sociais no apoio ao nível organizacional ou relacionado à comunidade, o qual abrange os objetivos sociais e culturais; consideram-se as questões de riscos e segurança;

d) Ciências técnicas relacionadas ao nível global e abrange questões de sustentabilidade, ou seja, elaborar um projeto que não agrida o meio ambiente, de fácil reciclagem, com comprometimento no âmbito social, econômico e ambiental.

F. Ferramenta de Prototipagem Rápida

Existem diversos sistemas no mercado acerca da prototipagem rápida (CHUA et al., 2010), o qual é designado como manufatura em camadas planas, onde se classificam conforme as tecnologias de uso do material, ou seja, os processos são baseados em líquido, sólido ou pó. No entanto, com a evolução das ferramentas, os protótipos virtuais vêm sendo utilizados para representações físicas do produto, advindo da disseminação dos ambientes CAD tridimensionais e recentemente com os protótipos rápidos. A prototipagem rápida possibilita a análise de sua forma e funcionalidade antes da fase de definir e constituir a produção de ferramental, proporcionando menor tempo e custo de obtenção de protótipos (CARVALHO&VOLPATO, 2007).

Os protótipos obtidos por prototipagem rápida auxiliam a ES por contribuir para o aprendizado, comunicação e integração entre os membros da equipe e também por atender as diferentes áreas de aplicação (VOLPATO *et al.,* 2007). Portanto, a integração da prototipagem rápida com o processo de desenvolvimento de produto proporciona entendimento rápido dos requisitos do produto à todos que estão envolvidos em cada fase do PDIP, como é o caso do uso de ferramentas computacionais CAD/CAE/CAM. Desta forma, nas fases iniciais do PDIP podem-se empregar o protótipo analítico ou virtual, que é uma das formas para representação tridimensional do produto. O protótipo virtual é um tipo não tangível, usualmente matemático, de representar um componente ou produto, ou seja, não são construídos fisicamente, e os aspectos importantes do produto são analisados computacionalmente.

G. Usuário com Deficiência Visual: definição e a modalidade esportiva do paraatleta

Define-se deficiência a toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano. Conforme Decreto Federal nº 5.296/04, conceitua-se deficiência visual (BRASIL, 2004,2007; ITS, 2008):

ISSN 1809-3957

a) Cegueira – na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica;

b) Baixa Visão – significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica;

c) Os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°;

d) Ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores. Ressaltamos a inclusão das pessoas com baixa visão a partir da edição do Decreto nº 5.296/04. As pessoas com baixa visão são aquelas que, mesmo usando óculos comuns, lentes de contato, ou implantes de lentes intraoculares, não conseguem ter uma visão nítida. As pessoas com baixa visão podem ter sensibilidade ao contraste, percepção das cores e intolerância à luminosidade, dependendo da patologia causadora da perda visual.

As modalidades desportivas praticadas por pessoas com deficiência visual no Brasil são: atletismo, futsal, *goalball*, judô, natação e xadrez. Estes esportes, adaptados, são de responsabilidade da Confederação Brasileira de Desportos para Cegos - CBDC (2011) que tem a diretriz de fomentar e desenvolver o desporto de paraatleta com deficiência visual, assim como, representar perante competições nacionais e internacionais, sendo afiliada à International Blind Sports Federation – IBSA (2011). No tocante, o objetivo principal está em desenvolver atividades esportivas de rendimento, e assim, divulgar o esporte praticado por atletas cegos e com deficiência visual (VERÍSSIMO&RAVACHE, 2006).

III. PROPOSTA DO MODELO CONCEITUAL

As origens das oportunidades de desenvolvimento de novos produtos encontram-se na demanda do mercado e na oferta de tecnologia (BAXTER, 2001). Portanto, na geração de ideias, passam-se por conjunto de recomendações para estimular, analisar problemas e estruturar as atividades do projeto, onde pronunciam as regras básicas para o projeto sistemático, ou seja, de estabelecer metas para o desenvolvimento de novos produtos que devem ser: claras, concisas, específicas e verificáveis, com acompanhamento durante todas as etapas do processo de geração do produto, criatividade de outras novas ideias e seleção das melhores sugestões. Desta forma, este processo envolve-se no PDIP, o qual compreende as etapas de projeto de planejamento, pesquisa do mercado, projeto de produto, projeto de processo de fabricação e lançamento do produto. Estas etapas do PDIP com atividades apoiadas nos princípios da ES encontram-se em dar ênfase ao cliente através de desenvolvimento multidisciplinar e utilização de ferramenta e tecnologia.

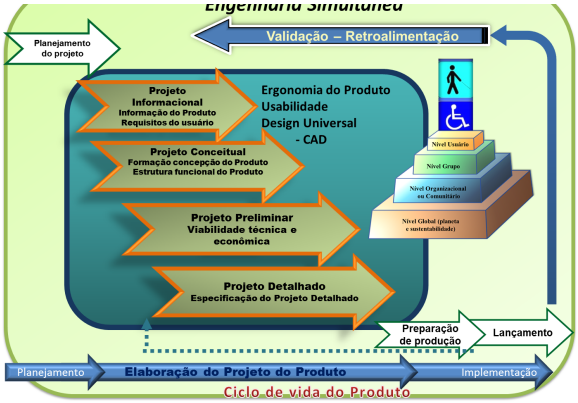


Figura 2. Modelo conceitual proposto.

A proposta do modelo conceitual, apresentada na Figura 2, busca-se identificar as barreiras e as especificidades dos usuários, cujas informações possibilitam elaborar o projeto de produto orientado para esporte de paraatleta. Desta forma, abarca-se os itens relevantes a seguir (BAXTER, 2001; ROZENFELD *et al.*, 2006; IIDA, 2005):

a) Estender a área de desenvolvimento de produto para incorporar grupo de usuários que cada vez mais vem interagindo no mercado;

b) O processo de desenvolvimento integrado contribuir para o custo baixo do produto, principalmente se destinado na produção seriada em larga escala; e

c) Flexibilidade, onde permite mudanças ou substituição das características ou definições do produto no projeto para acomodar diferentes usuários e formas de utilização.

A escolha do projeto de desenvolvimento integrado de produto no ambiente da engenharia simultânea possibilita a flexibilidade na elaboração das fases dos projetos, pois se reconhecem que as decisões tomadas nas fases iniciais do projeto do produto têm resultado significativo no processo de manufatura do produto, em sua qualidade, nos custos de produto e outros. Assim como, a maioria das informações, para este tipo de projeto, é considerada qualitativa e subjetiva, os quais são definidos paralelamente durante a elaboração das fases do projeto, conforme a captação de conhecimento (BACK *et al.*, 2008).

O PDIP permite também empregar a multidisciplinaridade, onde fortalece o ciclo de vida do produto. Outro fator é a visão ampla dos processos que favorecem nas soluções específicas do cliente e também de acompanhar o ciclo de vida do produto, definindo o próximo passo do projeto para fomentar no novo lançamento, crescimento, maturidade ou declínio.

A. Planejamento do Projeto

A fase de planejamento é o momento que flui conhecimentos e experiências, e as decisões são tomadas com base nas situações hipotéticas, sem existência real, onde alimentará a fase informacional de elaboração do projeto (IIDA, 2005). Logo, o planejamento do projeto é elaborado antes de se iniciar qualquer pesquisa, sendo uma antecipação da realidade que propõe para direcionar as atividades de pesquisa e estabelecer os critérios de decisão, ou seja, definir o objetivo e que possam ser alcançados de forma eficiente. Desta forma, ao se tratar de um projeto orientado para o usuário com deficiência, trata-se de identificar a suas características e suas

ISSN 1809-3957

habilidades para locomover e executar atividades, cujas informações podem ser captadas pelo planejamento de marketing.

B. Elaboração do Projeto

A macrofase de elaboração do projeto é constituída pelas seguintes fases (ROZENFELD *et al*., 2006; BACK *et al.,* 2008):

a) **Projeto informacional**: identificam-se os requisitos dos usuários do produto, ou seja, levantam-se as necessidades dos clientes para compor as informações do produto, que identificam os requisitos e as especificações do produto. Sendo assim, as atividades desta fase compreendem no levantamento e descrição de tarefa e ações. A tarefa abrange os aspectos gerais da atividade e as condições em que ela é executada, dependendo da abordagem do produto escolhido, os quais envolvem os tópicos: objetivo (para quê serve a tarefa, o que será executado ou produzido, em que quantidade e com que qualidade); usuário (descrição da pessoa que executa a tarefa); características técnicas (descrição de materiais ou produto envolvido); condições operacionais (postura, forma de executar a tarefa); condições ambientais (definir o local da tarefa quanto a temperatura, ruído, vibração, umidade); e condições sociais (definir as condições sociais, se a tarefa é executado próximo ou juntamente com grupos de pessoas). Com relação as ações refere-se ao nível mais detalhado das tarefas, isto é, considerar o envolvimento de canal sensorial (auditivo, visual, cinestésico), tipos e características dos sinais (intensidade, forma, frequência, duração), tipos e características dos dispositivos de informação (luz, som, display visual); movimento corporal exigido da pessoa, membros acionados no movimento, alcances manuais, características dos movimentos (velocidade, força, precisão, duração); tipos e características dos instrumentos de controle (botões, alavancas, volantes, pedais) e outros conforme o produto e tarefa abordados;

b) **Projeto conceitual**: estabelece a estrutura funcional do produto através das informações específicas do produto, ou seja, efetua-se a análise dos requisitos do usuário, quanto às descrições de tarefas e ações, que está contido no projeto informacional. Nesta fase, buscam-se as soluções das funções do produto para concepção do produto, estabelecendo as informações conceituais do projeto. Para isto, visam-se as partes técnicas (estrutura e operação) e as funções interativas (ergonômicas e comunicativas). Portanto, o produto é configurado com uso das ferramentas e os conceitos de ergonomia e usabilidade para elaborar o modelo de concepção do produto. Também, ajusta-se nas normas da acessibilidade e do desenho universal. Todavia, observa-se que o ambiente da engenharia simultânea e o método do desenvolvimento integrado proporcionam a interação das ferramentas, desenho universal, ergonomia e usabilidade, desde o início das fases de elaboração do projeto, sendo as fases atualizadas constantemente para elaborar a estrutura global do projeto. Esta fase conceitual enfatiza-se as característica desejáveis dos produtos, onde esses produtos funcionem bem nas interações com os usuários, levando em conta o equilíbrio das seguintes características: qualidade técnica, ergonômica e estética (IIDA, 2005).

c) **Projeto preliminar**: é a fase que inicia a atualização do plano do projeto pela equipe de desenvolvimento, ou seja, será elaborado o leiaute final das atividades do projeto, compreendendo as especificações do projeto quanto a forma, material, segurança, ergonomia, manufatura e outros. Nesta fase, costuma-se elaborar o protótipo desenhado.

d) **Projeto detalhado**: é a fase com objetivo de aprovar o protótipo, finalizar as especificações dos componentes, o detalhamento do plano de manufatura e a preparação para solicitação do investimento. Esta fase constitui o detalhar dos procedimentos de testes que otimizam as especificações dos componentes, e ao concluir o projeto do produto e o plano de manufatura, inicia-se a revisão da documentação.

C. Implementação

A macrofase de implementação tem a primeira fase de preparação da produção e da implementação do planejamento de marketing. Inclui elaboração de documentação de montagem, liberação para construção do ferramental, preparação da máquina, implementação da linha de produção e outros. Seguindo-se para a fase de lançamento, que é a manufatura e o lançamento do produto no mercado. Esta fase compreende em avaliar o desempenho do produto, comparar e fazer os ajustes adequados nas especificações. Acompanha-se também, o monitoramento do serviço pós-venda, e perfaz a documentação de aprendizado e experiência para outros projetos, ou retroalimentando o PDIP dos resultados positivos do projeto, e descartando os negativos.

IV. DISCUSSÃO NA VERIFICAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL: ESTUDO COMPARATIVO

Abre-se uma discussão para aprofundar nos fundamentos identificados nas fases de elaboração de projetos do modelo conceitual proposto, e assim, configuram-se os dados coletados de dois produtos desportivos utilizados no futebol e no *goalball* por pessoas com deficiência visual para um estudo comparativo e de abordagem qualitativa. A coleta de dados foi por meio de consultas bibliográficas nas entidades envolvidas com esportes para PcD como: APEC (2011), CBDC (2011), IBSA (2011), Comitê Paraolímpico Brasileiro (FONTES, 2006; NASCIMENTO&MOURATO, 2006), e outras instituições relacionadas com pessoas com deficiência visual. Neste aspecto, foram também observadas as fotos e vídeos de jogos disponíveis na rede de internet.

Desta forma, apresenta-se o estudo comparativo entre a bola de futebol e *goalball* configurado na macrofase de elaboração do projeto do modelo conceitual proposto a seguir:

A.Fase do Projeto Informacional

ISSN 1809-3957

Esta fase investiga as tarefas executadas e juntamente as ações. A tarefa abrange o objetivo (para quê serve a tarefa, o que será executado ou produzido, em que quantidade e com que qualidade); descrição da pessoa que executa a tarefa; características técnicas; condições operacionais; condições ambientais e condições sociais. Na parte de ações aprofunda-se nas tarefas elaboradas. Sendo assim, explora-se os produtos esportivos da pesquisa a seguir:

a) ***Goalball***: é um esporte que surgiu logo após a II Guerra Mundial por ex-militantes que ficaram cegos na batalha. O jogo procede no campo, onde é divide-se em quadra de 9 metros cada, perfazendo o comprimento total de 18 metros. Coloca-se preferência do local com piso sintético ou madeira polida, pois os jogadores se jogam, fazendo com que o corpo tenha contato direto ao chão da quadra para defender o gol. No piso tem marcações em relevo para os jogadores situarem dentro da quadra. Os jogadores são obrigatórios a usar vendas, de forma que todos fiquem em igualdades de circunstâncias, e assim, permitindo o jogo entre pessoas cegas, sem deficiência visual ou com deficiência baixa-visão. A regra do jogo é para a equipe atacante, que dispõe de dez segundos, efetuar o lançamento da bola para o gol, após o primeiro contato de defesa com a bola, por parte de qualquer jogador da equipe. Os dez segundos começam a contar a partir do momento do primeiro contato da defesa, contudo se a bola sai, "blocked out", à ordem verbal do árbitro e o cronômetro é parado. A bola é rematada pelo chão, os jogadores colocam-se em posição abaixado para defender, recorrendo ao ouvido e tentando ocupar a maior área de defesa possível.

b) **Futebol:** O futebol de cinco, como é conhecido entre os cegos, entrou para os Jogos Paraolímpicos em Atenas 2004. No passado, faziam adaptações na bola para que ela fizesse algum som, e assim pudessem localizá-la, sendo o mais comum era amarrar um saco plástico nela. Para o desenvolvimento e a prática da modalidade de futebol de salão para pessoas cegas, está classificados em duas categorias: B1 para atletas cegos e B2-B3 para atletas com baixa visão. O goleiro e o chamador não tem deficiência visual. O chamador é a pessoa que fica atrás do gol do adversário chamando os jogadores para orientar o local do gol. O goleiro costuma-se balançar a bola antes de chutar ao jogador para chamar a atenção com o barulho dos guizos.

B. Fase do Projeto Conceitual

A fase do projeto conceitual aborda as características desejáveis do produto, ou seja, atende-se os requisitos necessários do usuário em termos técnicos de função e interatividade, logo, as bolas de estudos são:

a) **Bola de *goalball***: é oca, contém guizos no seu interior e possui oito orifícios de 0,01 metros de diâmetro cada um para favorecer a audição dos jogadores. O peso fica em torno de 1,250 kg, a circunferência aproximada de 76 cm. O material externo é de borracha, e tem uma rigidez que lhe foi determinada pelo Comité Técnico de Desportos da IBSA [5];

b) **Bola de futebol**: é oca e contêm guizos. A cobertura externa pode ser de couro ou de outro material adequado, de forma que não ofereça perigo aos jogadores. A circunferência da bola em torno de 60 cm. O peso da bola varia entre 450 gramas a 510 gramas e pressão de 9 lbs. O sistema de som, por meio de guizos, é interno e que permita uma trajetória regular da bola, de maneira que, quando esta gire sobre si mesma de forma centrífuga, mantenha o som e a segurança dos jogadores [1].

C. Fase do Projeto Preliminar

Esta fase constitui-se o protótipo da bola de futebol por meio de prototipagem rápida no ambiente CAD, conforme apresentado na Figura 3, o qual mostra as 5 camadas da bola e a distribuição dos guizos.

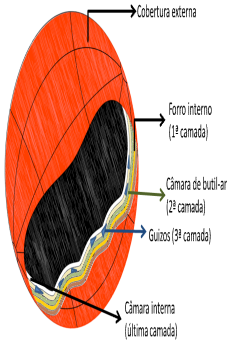


Figura 3. Protótipo da bola de futebol

Na Figura 4 apresenta a foto da bola *goalball* para ilustração e mostrando o orifício na superfície que tem a função de melhorar a saída do som dos guizos.

Figura 4.Foto da bola de *goalball*.

D. Fase do Projeto Detalhado

Esta fase constitui na aprovação do protótipo e o detalhar dos procedimentos de testes que otimizam as especificações dos componentes, e também a preparação dos documentos para a próxima macrofase de implementação. Para este estudo comparativo, a bola de futebol tem certa semelhança com a de *goalball* por utilizarem guizos, no entanto, em termos de otimizar a função, a bola de *goalball* tem melhor saída de som por causa dos orifícios, e possuir mais quantidades de guizos, o que a faz mais pesada e de maior tamanho em relação a bola de futebol. Portanto, a bola de futebol depende da forma do atleta conduzi-la para produzir um bom som, no

ISSN 1809-3957

caso, dar o chute que faça a bola "rasteira" ou "quicada" (FONTES, 2006).

V. CONCLUSÕES

De modo geral, o modelo conceitual proposto para concepção de produtos esportivos para paraatletas atendem as expectativas de identificar as barreiras e as especificidades de PcD por meio do PDIP no ambiente da ES. A aplicação do modelo conceitual nas macrofases de elaboração do projeto, como estudo comparativo, da bola de futebol e do *goalball* de atletas com deficiência visual, possibilitou analisar as características e funções da bola, ação e habilidades por parte do usuário e as regras adaptadas para esta modalidade de esporte. Neste termo, percebe-se que a elaboração do produto esportivo compreende outros fatores, como adaptação do local, regras e participação de diferentes áreas de estudo. Assim, concorda-se com a interdisciplinaridade da ergonomia abrangendo os conceitos da usabilidade e a interação dos princípios do desenho universal para esboçar e fortalecer a estrutura do projeto (IIDA, 2005; VIDAS, 1998; CYBIS et al., 2007).

Em relação ao estudo abordando pessoas com deficiência visual pode-se afirmar que centraliza na percepção sensorial do tato e a audição para buscar alternativas nos produtos esportivos. Por isso, os guizos na bola são essenciais para dar noção de localizá-la, bem como, observou-se que durante o jogo, a plateia assiste em silêncio para não incomodar ou confundir o som que a bola emite. O tamanho, peso e o tipo de material utilizado na cobertura da bola de *goalball* tem considerável influência, devido ter muito contato direto das mãos dos atletas. Existem outros estudos de bolas que estão em processo de avaliação pela IBISA (2011), como de confeccionar com materiais mais leves, ou mesma, a bola de futebol com orifícios. Nestes termos, as comissões desportivas estão em constante estudo buscando melhorias e qualidade nos produtos, assim como, adaptando novos esportes para contribuir na atividade esportiva dos paraatletas. No entanto, sendo modalidade de alto-rendimento, ficou evidente neste estudo, o talento do paraatleta em dominar a bola.

Destaca-se o uso de prototipagem rápida no ambiente CAD proporcionando agilidade e redução de custo no processo. Desta forma, acrescentam-se outras ferramentas, como sugestão para os próximos estudos, no caso o projeto para manufatura, *design for manufacturing* – DFM e projeto orientado para a montagem, *design for assembly* - DFA para implantar e possibilitar a manutenção de "chips" com sensor que detecta obstáculos ou espécie de acelerômetro, e que emita som, assim, para versar no PDIP e ES, que poderá estender para buscar novas soluções de melhorias à bola, e também, robustecer a proposta do modelo conceitual para produtos esportivos e inclusivos.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 9241-11** – Requisitos ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores. Parte 11, Orientação sobre usabilidade. ABNT: Rio de Janeiro: 2002.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR9050:2004** - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Comitê Brasileiro de Acessibilidade (ABNT/CB–40) e Comissão de Edificações e Meio (CE–40:001.01). ABNT: Rio de Janeiro: 2004.

ASSOCIAÇÃO PROMOTORA DO ENSINO DOS CEGOS - **APEC.** Instituto António Feliciano de Castilho. Disponível no site http://www.apec.org.pt/. Acesso em 10 jun. 2011.

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos** / Mike Baxter; tradução Itiro Iida. – 2.ed.rev. – São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1983.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J.C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.

BERTO, R.M.V.S.; NAKANO, D. N. **A produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um levantamento de métodos e tipos de pesquisa.** Rev.Produção, v. 9, n. 2,p. 65-76, 2000.

BRASIL. **Decreto Federal nº 5.296** de 02 de dezembro de 2004. Normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.

BRASIL. **A inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho**. 2. ed. Brasília: MTE, SIT, 2007.

CARVALHO, J.; VOLPATO, N. Prototipagem rápida como processo de fabricação. In. **Prototipagem rápida: tecnologia e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

CHUA, C. K.; LEONG, K. F.; LIM, C.S. **Rapid prototyping: principles and applications**. 3.ed. UK, London: World Scientific Publishing Company, 2010.

Confederação Brasileira de Desportos para Cegos – CBDC. Disponível: http://www.deficientesemacao.com/entidades-esportivas/108-associacao-brasileira-de-desportos-para-cegos-abdc. Acesso em 14 ago 2011.

CYBIS, W. ; BETIOL, A. H. ; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. São Paulo: Novatec Editora, 2007.

FONTES, M.S. Futebol de cinco para cegos. In. Dolvair Paschoal Castelli; Mário Sérgio Fontes. **Futebol paraolímpico: manual de orientação para professores de educação física**. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006.

HAUSER, J. R.; CLAUSING, D. **The house of quality.** Harvard Business Review, p.63-73, mai./jun. 1988.

International Blind Sports Federation – IBSA. Members of the International Paralympic Committee (IPC) - The legitimate representatives of sport for the blind. Disponível em: <http://www.ibsa.es/eng/. Acesso em 14 ago 2011.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção.** 2a ed. revista e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ISSN 1809-3957

ITS, Microsoft, **Cartilha tecnologia assistiva nas escolas - Recursos básicos de acessibilidade sócio-digital para pessoal com deficiência**. Instituto de tecnologia social e Microsoft Educação, 2008.
KRUGLIANSKA, I. Estratégia empresarial para a compressão do ciclo de vida de projetos: engenharia simultânea e técnicas associadas. In: **Simpósio de gestão da inovação tecnológica** (XVIII.: São Paulo: 1994). Anais. São Paulo, 1994. P.853-872.
PRASAD, B. **Concurrent engineering Fundamentals**: integrated product and process organization. New Jersey, Prentice Hall, 1996.
MACE, R.; CONNELL, B. R. R.; JONES, M.; MUELLER, J.; MULLICK, A.; OSTROFF, E.; SANFORD, J.; STEINFELD, E. ; STORY, M.; VANDERHEIDEN, G. **The principles of universal design.** NC State University: The Center for Universal Design, 1997.
NASCIMENTO, D.F.; MOURATO, M.P. **Goalball: manual de orientação para professores de educação**. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006.
NIELSEN, J. **Usability engineering**. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1993.
ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL; D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de desenvolvimento de produtos – Uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.
STORY, M.; MUELLER, J.; MACE, R. **The universal design file**: Designing for people of all ages and abilities, Raleigh North Carolina: NC State University Center for Universal Design, 127 p., 1998.
TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **The New Product Development Game**. Harvard Business Review, 1986, January-February: p. 137-146.
VERÍSSIMO,W.; RAVACHE, R. **Atletismo paraolímpico: manual de orientação para professores de educação física**. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006.
VIDAL, M.C.R. **Introdução à ergonomia**. Rio de Janeiro, 1998. Apostila do Curso de especialização em ergonomia contemporânea do Rio de Janeiro, CESERG, COPPE/UFRJ.
VIDAL, M.C.R. **A interdisciplinaridade da ergonomia**. Revista Ação ergonomia, volume 1, Número 2, dez/2001.
GENTE-Grupo de Ergonomia e Novas Tecnologias - COPPE/UFRJ. Disponível em: < http://www.acaoergonomica.ergonomia.ufrj.br/edicoes.php#container>. Acesso em: 25 mar. 2011.
VOLPATO, N.; FERREIRA, C. V.; SANTOS, J. R. L. Integração da prototipagem rápida com o processo de desenvolvimento de produto. In. **Prototipagem rápida: tecnologia e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

Revista SODEBRAS –Volume 7 – N° 76 - ABRIL/ 2012

UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

ISSN 1809-3957

GERALDO MARIANO DA SILVA JÚNIOR, UNESP - FEG
E-mail: geraldomariano@hotmail.com

Resumo *- Este trabalho apresenta uma análise de dois cenários para o sistema de iluminação pública onde que num primeiro cenário as luminárias de rua com lâmpadas a vapor de mercúrio são substituídas por luminárias de rua solar com tecnologia LED. O segundo cenário, este trabalho procurou tornar possível dimensionar sistemas fotovoltaicos para eletrificação de forma fácil, rápida e com racionalização de equipamentos e recursos financeiros. Com o intuito de propiciar uma economia, e assim incentivar o uso de energia alternativa, foi feito um estudo sobre a viabilidade do uso da energia solar. A analise foi feita com base nos preços dos componentes obtidos para a implantação dessa fonte alternativa e no custo da energia especificamente para iluminação pública. Por fim, generaliza-se e simula-se para preços de Wh. A substituição também apresenta benefícios energéticos e de qualidade de iluminação: menor consumo de energia elétrica, melhor índice de reprodução de cores e diminuição da poluição luminosa.*

Palavras-chave - meio ambiente iluminação pública, LED, eficiência energética.

Abstract *- This paper presents an analysis of two sceneries for the system of public illumination where that in first scenery the street lamps with lamps to mercury steam are substituted by lamps of solar street with technology LED. The second scenery, this work tried to turn possible calculate systems photovoltaic for electrification in way easy, fast and with rationalization of equipments and financial resources. With the intention of propitiating an economy, and like this to motivate the use of alternative energy, it was made a study about the viability of the use of the solar energy. Analyze was her done with base in the prices of the components obtained for the implantation of that alternative source and in the cost of the energy specifically for public illumination. Finally, to generalize and to simulate prices Wh. The substitution also presents energy benefits and of illumination quality: smaller electric power consumption, better index of reproduction of colors and decrease of the luminous pollution.*

Keywords - environmental, street light, LED lamp, energy efficiency.

I. INTRODUÇÃO

Sendo o Brasil um país com recursos naturais significativos, existe a possibilidade de se ter um crescimento da matriz energética devido a estas fontes alternativas e, conseqüentemente, manter o comprometimento do país com a sustentabilidade, a inserção social e o crescimento econômico da população brasileira.

O consumo crescente e o impacto ambiental e social causados pelas fontes de energia tradicionais levam governo e sociedade, no Brasil e no mundo, a pensar em novas alternativas para geração de energia.

O suprimento energético a comunidades isoladas e a áreas remotas tem sido um constante desafio, principalmente nos países em desenvolvimento, devido às enormes disparidades econômicas e sociais e, muitas vezes, às dimensões geográficas destes países, portanto este seria o principal fator de desenvolvimento socio-econômico destas comunidades, contribuindo para a redução da pobreza, o aumento da renda familiar, e a integração dos programas sociais do governo federal, além do acesso a serviços de saúde e educação.

Diante desse cenário, a busca de fontes alternativas de energia já é uma realidade amplamente presente no cenário mundial, com iniciativas governamentais e, principalmente da iniciativa privada, em especial das indústrias. O debate sobre os impactos causados pela dependência de combustíveis fósseis contribui para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio da geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis.

A questão é que quanto mais tarde o Brasil investir nesta tecnologia, mais ele se colocará atrás com relação aos países que já investem no que tange à maturidade e domínio tecnológicos. Quanto mais cedo o país investir, mais cedo ele desenvolverá tanto nas áreas econômica e social, através da criação de uma indústria local e da geração de novos postos de trabalho.

II. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste trabalho dois modelos serão analisados; primeiramente o estudo limita-se ao mercado brasileiro especificamente no segmento público; trata-se também dos conceitos de energia como mercadoria e como serviço público. O segundo modelo é baseado na concepção inicial de uma estrutura que considera equipamentos comerciais para produção de energia de origem fotovoltaica, utilizando os dados mensais de consumo de energia elétrica.

A. LEVANTAMENTO DA ENERGIA NO BRASIL

Companhias públicas ou privadas de geração, assim como a transmissão de energia elétrica, coordenada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia

Elétrica (ANEEL), operam um sistema hidrotérmico de grande porte. A matriz energética brasileira, de base majoritariamente hidrelétrica, conta atualmente com 110,98 GW, dos quais 0,75% representam geração eólica, 27,14% representam geração termelétrica (convencional e termonuclear) e uma quantidade ínfima em base solar, apenas 86 kW (ANEEL, 2010) [1].

Segundo o último levantamento cadastral realizado pelo procel/eletrobrás, feito em 2008 junto às distribuidoras de energia elétrica, há 15 milhões de pontos de iluminação pública instalados no país, aproximadamente, distribuídos conforme figura (1):

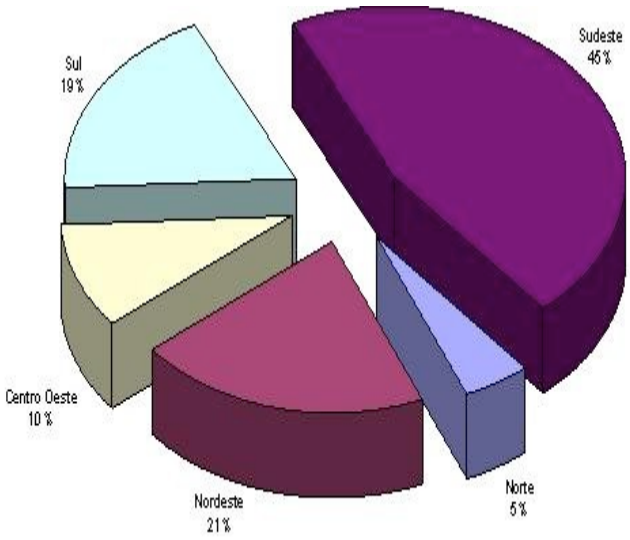


Figura 1. Distribuição de pontos de iluminação pública no Brasil.

Em relação aos tipos e quantidades de lâmpadas instaladas no Brasil, temos a seguinte distribuição (1):

Tabela 1. Tipos e quantidades de lâmpadas.

Tipo de Lâmpada	Quantidade	
Vapor de Sódio	9.294.611	62,93%
Vapor de Mercúrio	4.703.012	31,84%
Mista	328.427	2,22%
Incandescente	210.417	1,42%
Fluorescente	119.535	0,81%
Multi-Vapor Metálico	108.173	0,73%
Outras	5.134	0,03%
TOTAL	**14.769.309**	**100%**

A iluminação pública tende a expandir-se com o crescimento das cidades, e para atender a este crescimento com sustentabilidade, é necessária a utilização de novas tecnologias que incorporem benefícios energéticos, ambientais e sociais, consequentemente as pessoas estão cada vez mais ambientalmente conscientes.

III. LUMINÁRIA SOLAR PÚBLICA

São sistemas solares de iluminação alimentados por painéis solares monocristalinos ou policristalinos que convertem a energia solar em eletricidade economizada nas baterias de armazenamento, sem manutenção. São controladas por sistemas de controle para manter as baterias de armazenamento com excesso de carga e descarga, possuem um sensor de luz que automaticamente liga e desliga de acordo com as variações climáticas.

Os desenvolvimentos mais recentes em iluminação pública solares foram em conexão com LEDs, pois estes consomem menos energia do que os mais velhos tipos de lâmpada de sódio convencional. Além disso, eles têm uma vida muito maior de trabalho, uma melhor definição de cores e necessitam de menores componentes solares do que as lâmpadas de sódio.

Podemos observar na figura 2 todos os componentes da luminária solar.

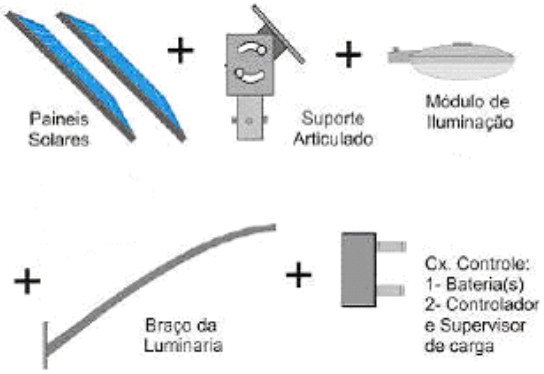


Figura 2. Componentes do sistema de luminária solar.

A placa é utilizada para captação da energia solar; o conversor, para ajustar os tipos de corrente; as baterias, para usufruir-se da energia no período noturno; e os controladores de carga para evitar o efeito memória.

B. ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS ENERGÉTICOS

Num primeiro cenário foi feito um levantamento baseado na troca das luminárias de rua convencionais por luminárias de rua solares, onde analisaremos seus principais aspectos.

Consumo reduzido: Maior rendimento em lúmen por watt. A aplicação de temperatura de cor mais elevada permite reduzir o fluxo de iluminação, sem perda da acuidade visual.

Manutenção: Vida útil projetada para 25 anos de garantia para os painéis solares e 60.000 horas de operação livre de uso para as lâmpadas LED. Em caso de manutenção, não se descarta o sistema, como ocorre com as lâmpadas.

Resistência: Peso reduzido, baixa temperatura e não suscetível a quebra por vibrações provocadas na

ISSN 1809-3957

passagem de veículos e às variações repentinas de temperatura.

Segurança: Na falha de um módulo, os outros permanecem funcionando, reduzindo a possibilidade de acidentes. Operando-se em cores acima de 4500K, os LEDs permitem melhor visibilidade e distinção de cor e espaço.

Economia na instalação: Eliminam grande parte da fiação, quadros, disjuntores. Não necessita escavação e sua instalação é rápida e fácil em qualquer lugar.

Ecologicamente correta: Não contém substâncias nocivas à saúde humana e à natureza. Não necessita de processos especiais para o descarte, além de proporcionar uma alta durabilidade dos componentes.

A análise foi feita com base nos preços dos componentes obtidos para a implantação dessa fonte alternativa e no custo da energia especificamente para iluminação pública A substituição das lâmpadas vapor de mercúrio por LED é baseado nas análises realizadas pelo LESIP na implantação de um projeto pioneiro de instalação de um sistema de iluminação pública com a tecnologia LED na cidade de Guaratinguetá SP.

A lâmpada LED considerada por substituir a lâmpada vapor de mercúrio apresenta as seguintes características: boa cromaticidade, inibe a criminalidade e promove a valorização das áreas urbanas, do turismo e do lazer noturno, destacando monumentos, prédios, praças, área de lazer e parques, contribuindo para o desenvolvimento social e econômico da cidade e facilitando a organização do sistema viário das cidades e eficiência energética, (Gianelli, 2009) [4].

É importante ressaltar que os gastos que envolvem cabos ou quaisquer tipos de aparatos que envolvam ligação à eletricidade é zero, pois não necessitam dos mesmos, mas como temos uma autonomia de funcionamento de aproximadamente 4 a 5 dias, estes deverão estar ligados na rede elétrica para vários dias consecutivos nublados ou de chuva.

A Tabela 2 apresenta os equipamentos utilizados para a troca das luminárias convencionais por luminárias solares, bem como o preço encontrado no mercado.

Tabela 2. Equipamentos necessários e preço encontrado no mercado.

APARATOS NECESSÁRIOS	
Painel solar	110W vida útil: 20 ~ 25 anos
Bateria	120Ah/12V manutenção de chumbo-ácido ou baterias Gel
Fonte de luz	30W LED de alta potencia
Fluxo luminoso	vida útil: 20.000 h.
Controlador	controlador inteligente
Altura do poste	4 a 6m, em aço galvanizado a quente com revestimento em pó.
Horário de Atendimento	10 h por dia e funcionando 4 a 5 dias de chuva
Temperatura de trabalho	30 ~ 65K
Resistência ao vento	> 120 km/h
Preço	**$ 5.100,00**

Nota: Cotação: dólar em 22/11/2011: R$1,86; euro R$2,49.

De acordo com os dados coletados, a troca de 300 luminárias convencionais por solares irá gerar um gasto de aproximadamente R$ 2,85 milhões.

Pode ser apreciada, portanto, que, para que a tecnologia solar pública para ser eficiente e rentável, portanto uma avaliação completa e meticulosa deve ser realizada, prestando a máxima consideração às informações relativas à radiação solar, a quantidade de sol predominante e em geral as condições climáticas na área em questão.

Isso precisa ser feito de mãos dadas com uma cuidadosa consideração das necessidades exatas do sistema de iluminação de rua. Em outras palavras, o número de horas de iluminação necessária em uma base diária e outros dados importantes tem de ser determinado com precisão, a fim de fornecer o sistema que irá satisfazer todos os critérios.

Num segundo cenário, partimos da suposição que são mostrados os gastos com energia para o sistema de iluminação pública para uma determinada área pré-estabelecida. Com base no tipo de lâmpada usado e, estimando que fiquem acesas em média por dez horas diárias, determinou-se também o consumo mensal do serviço de iluminação pública.

De acordo ANEEL (2008), no item "Forma de Cálculo", a chamada cobrança "por dentro" dos tributos ICMS, PIS e COFINS são estabelecidas pelas leis federais correspondentes. Isto implica que os valores desses tributos integram a própria base de cálculo sobre a qual incidem suas respectivas alíquotas. A concessionária, ao receber os valores cobrados nas contas de energia, discrimina os tributos para recolher à União a parcela referente ao PIS e a COFINS, e transfere aos Estados, conforme as leis estaduais correspondentes, a parte equivalente ao ICMS. Assim, o valor a ser cobrado ao consumidor é calculado conforme (1).

$$V_c = \frac{V_t}{\left[1 - \left(PIS + COFINS + ICMS\right)\right]} \quad (1)$$

sendo:

V_c = valor a ser cobrado;

V_t = valor da tarifa publicada pela ANEEL

ISSN 1809-3957

Desconsiderados resultados de medições fora do perfil normal da instalação. Assim, novos valores podem corrigidos e padronizados.

Os seguintes valores foram considerados:

Tarifa = 0,30437 R$/kWh
Alíquota PIS = 1,03 %
Alíquota COFINS = 4,71 %
Alíquota ICMS = 25,00 %

IV. ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

O projeto do sistema fotovoltaico é desenvolvido baseado nos componentes elétrico presentes na propriedade e seus respectivos consumos energéticos e posteriormente é fornecida uma análise da viabilidade econômica de implantação do projeto e, se for o caso, do tempo de retorno do capital investido baseado nas economias com o uso da rede elétrica convencional.

Basicamente, o projeto de um sistema fotovoltaico consiste na determinação da quantidade necessária de módulos para atender uma determinada solicitação de carga elétrica. Invariavelmente, o número de módulos sempre depende de dois fatores: quanto de eletricidade é exigido e quanta radiação está disponível. Ou seja, deve-se buscar compatibilizar a demanda e a oferta.

Segundo Hongxing, Wei e Chengzhi (2009) [5], o desempenho do módulo fotovoltaico (PV) é altamente influenciado pelas condições do tempo, principalmente, da radiação solar e da temperatura do módulo fotovoltaico. Os parâmetros $\alpha, \beta, \gamma, R_s$ e n levam em consideração todo efeito não linear dos fatores ambientais sobre o desempenho do modulo fotovoltaico. A potência máxima de saída entregue pelo módulo fotovoltaico pode ser calculada de acordo com (2).
sendo:

$$P_{módulo} = \frac{\frac{V_{oc}}{nKT/q} - \ln\left(\frac{V_{oc}}{nKT/q} + 0{,}72\right)}{1 + \frac{V_{oc}}{nKT/q}} \cdot \left(1 - \frac{R_s}{V_{oc}/I_{sc}}\right) \cdot I_{sco}\left(\frac{G}{G_o}\right)^{\alpha} \cdot \frac{V_{oco}}{1 + \beta \ln \frac{G_o}{G}} \cdot \left(\frac{T_o}{T}\right)^{\gamma} \quad (2)$$

α = fator responsável pelos efeitos não lineares que a foto corrente depende;
β = coeficiente adimensional relativo à específica tecnologia do módulo fotovoltaico;
γ = fator que considera os efeitos não lineares da voltagem e da temperatura;
$P_{módulo}$ = potência máxima de saída entregue pelo módulo fotovoltaico (W);
V_{oc} = voltagem do circuito aberto (V);
n = fator de idealidade (1 < n < 2);
K = constante de Boltzmann, 1,38x10^{-23} J/K;
T = temperatura do módulo PV (K);
q = magnitude da carga do elétron (1,6x10^{-19} C);
R_s = resistência em série (ohm);
I_{sc} = corrente de curto circuito (A);
I_{sco} = corrente de curto circuito na condição padrão (A);
G = radiação solar (W/m²);
G_o = radiação solar na condição padrão (W/m²);
V_{oco} = voltagem do circuito aberto na condição padrão (V);
T_o = temperatura do módulo PV na condição padrão (K).

Para uma instalação com vários módulos fotovoltaicos, é fundamental conectar tais módulos em série e em paralelo a fim de aumentar a tensão e a corrente para adequar a energia produzida pelo conjunto de elementos fotovoltaicos, portanto, uma matriz com N_s módulos fotovoltaicos em série e N_p módulos fotovoltaicos em paralelo, a potência máxima de saída do sistema fotovoltaico pode ser calculada conforme equação (2).

$$P_{pv} = N_p . N_s . P_{módulo} . \eta_{MPPT} . \eta_{oth} \quad (2)$$

sendo:

η_{MPPT} = eficiência do monitoramento do ponto de energia máximo. Varia de acordo com as diferentes condições de trabalho. Um valor constante de 95% é adotado para simplificação dos cálculos;

η_{oth} = fator que representa outras perdas (perdas causadas pela resistência do cabo e poeira acumulada).

Os parâmetros são fornecidos pelo fabricante do módulo fotovoltaico.

A forma mais simples para conhecer a disponibilidade da energia radiante do sol que incide na superfície da Terra é a sua medida direta através de radiômetros colocados na superfície. A base de dados do Atlas Solarimétrico do Brasil apresenta uma compilação de grande valor científico e que disponibiliza valores históricos de medidas de horas da radiação solar global, direta e difusa em localidades espalhadas por todo o território brasileiro.
A Figura 2 apresenta e ilustra a forma gráfica de como é disponibilizado no site CPTEC INPE [6] a radiação solar acumulada

ISSN 1809-3957

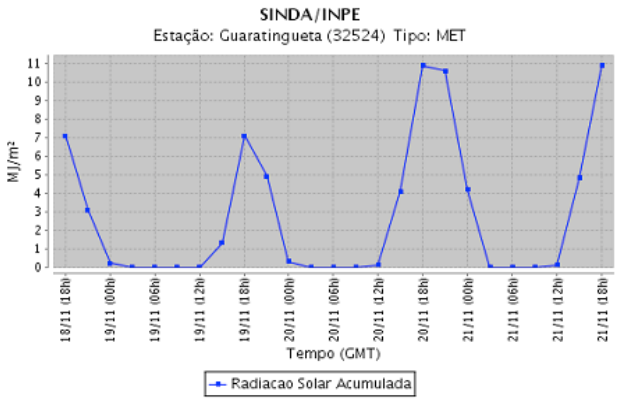


Figura 2. Radiação solar acumulada durante três dias de novembro de 2011.

A energia gerada pelo painel varia em função do ângulo de inclinação do Sol, e em painéis fixos, sem o rastreamento do Sol, deve-se calcular o ângulo de inclinação e posições recomendadas para maximizar a coleta de radiação solar pelos módulos fotovoltaicos, para que receba energia solar de maneira uniforme com o transcorrer do ano.

Para sistemas fotovoltaicos, através do conhecimento da distribuição mensal da radiação solar incidente no plano coletor, determina-se a potência instalada utilizando a radiação solar média diária do mês menos favorável, ou seja, o mês que apresenta o menor índice de radiação solar, garantindo assim o atendimento da energia diária requerida. A Tabela 3 apresenta os indicativos da radiação solar acumulada e da potência elétrica para os meses de janeiro a agosto de 2011 para cidade de Guaratinguetá, disponível no site CPTEC INPE.

Tabela 3. Potência gerada pelo sol.

	Radiação Solar Acumulada (MJ/m²)	Potência (W/m²)
Janeiro	672,20	250,97
Fevereiro	622,00	232,23
Março	489,70	182,83
Abril	450,90	168,35
Maio	371,80	138,81
Junho	364,70	136,16
Julho	338,10	126,23
Agosto	319,80	119,40

Fonte: Cptec Inpe

E em seguida, buscaram-se informações sobre os aparatos necessários para substituir a energia atual pela solar, os equipamentos necessários, bem como os modelos considerados e os preços encontrados no mercado. A determinação do gasto com energia para o serviço analisado foi determinada com base numa distribuição média dos valores tarifários. Isso, porque para cada área da existem preços negociados para o kWh.

A Tabela 4 apresenta o número de luminárias distribuídas em questão com a potência das lâmpadas e o total de energia mensal gasto. A Tabela 5 apresenta os equipamentos necessários, bem como os modelos considerados com os preços encontrados no mercado (*Minha Casa Solar, 2011 E Kyocera Brasil, 2011*) [7], [8], e a Tabela 6 apresenta os custos calculados.

Tabela 4. Informações sobre as luminárias.

Lâmpadas por poste	1
Total de luminárias	3000
Potência de cada lâmpada	32W
Total gasto no mês	40,48MW

Tabela 5. Equipamentos necessários para uso da energia solar e preços encontrados no mercado.

APARATOS NECESSÁRIOS	
Placas	Modelo: Kyocera Solar KD135SX-UPU Capacidade: 135W Preço: 1.199,00
Baterias	Freedom DF2000 Capacidade: 105Ah/115Ah Preço: 499,00
Controladores	Unitron 7A(12V) Total control 80 Preço: R$ 120,00
Inversores 400W	Unitron ivolt 12V/115v Preço: R$ 229,00

Como a placa, Kyocera Solar KD135SX-UPU policristalino de alta eficiência, possui uma potência máxima de 135 W, e com base em dados da iluminação anual média de regiões do Brasil, calculou-se a energia fornecida por 1 placa. Estimou-se que a placa fornece o equivalente à cerca de 10 horas da potência máxima, ou seja, 1350 Wh em um dia. Considerando um mês de 30 dias, teremos 1 placa fornecendo, 40,50 kWh em um mês. Levando-se em conta o consumo da iluminação pública seriam necessárias 949 placas solares, o que produziria um custo de R$ 1,2 milhões. Como cada conjunto de 32 baterias armazena 38 kWh, seria necessária a compra de uma quantia próxima de 756 baterias. O custo unitário médio delas é de R$ 499,00. Com isso, o gasto seria aproximadamente R$ 378 mil. Os controladores que possibilitam que a vida útil de uma bateria se aproxime de 4 anos (quando não estão presentes este tempo cai para 1 ano), têm preço próximo de R$ 120,00. Usando-se um por bateria, a despesa aumenta em quase R$ 91 mil. Já para os inversores, deveriam ser utilizados cerca de 256, que somariam mais de R$ 59 mil. A Tabela 6 relaciona todos os gastos.

Tabela 6. Gastos hipotéticos para a iluminação pública solar.

	Preço Unitário	Quantidade
Baterias	R$ 499,00	756,00
Controladores	R$ 120,00	756,00

ISSN 1809-3957

Inversores	R$ 229,00	256,00
Placas	R$ 1.199,00	949,00

Segundo os cálculos apresentados, o valor do investimento totalizaria mais de R$ 1,6 milhões. Considerando o preço médio do kWh pago, seriam necessários 22 anos e 7 meses para o retorno desse valor. Entretanto, vale ressaltar que as baterias duram cerca de 4 anos, e os outros equipamentos também passam por depreciação. A área coberta por todas as placas seria o equivalente a 1.000m².

V. CONCLUSÃO

Maximizar a eficiência e a confiabilidade são elementos chave para oferecer energia a preços competitivos a partir de recursos renováveis.

No entanto, apesar do elevado investimento, deve-se ressaltar que, em uma rede bem projetada de iluminação pública solar, pode trazer benefícios significativos.

Considerações cuidadosas devem ser analisadas, como por exemplo, tipo de painéis solares a serem empregadas; as baterias, LEDs, emissores de luz, e do tipo de circuito eletrônico para ser utilizado no controlador e o back up do sistema, necessário para os dias quando o sol não brilha.

As experiências do uso da energia solar demonstram que o custo decrescente dos sistemas pode permitir que a capacidade de pagamento existente remunere os investimentos de capital inicial, os custos de reposição de peças e de operação, a manutenção, criando condições para que o possa adquirir um sistema fotovoltaico**.**

Para aumentar as possibilidades de utilização da energia solar, ainda serão necessários grandes esforços para desenvolvimento tecnológico nas áreas de conversão em eletricidade e seu armazenamento. As enormes possibilidades de sua exploração para melhorar o conforto térmico do ambiente construído vão depender fortemente de uma revisão de conceitos de práticas de construção e urbanização das cidades. No entanto os desafios tecnológicos nessa área são mais modestos e poderão representar em curto prazo importantes economias de eletricidade em sistemas de aquecimento de água e climatização de ambientes.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] ANEEL – Energia Solar: Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03 -Energia_Solar(3).pdf SINDA – Sistema Nacional de Dados Ambientais >. Acesso em: 20 nov. 2011

[2] CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). Trabalhos relacionados a energias renováveis. Disponível em: < http://www.cepel.com.br >. Acesso em: 18 out. 2011.

[3] ELETROBRÁS – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, "Iluminação Pública no Brasil". Disponível em: < http://www.eletrobras.com> Acesso em: 16 out. 2011.

[4] Gianelli B F, Silveira M C F, Thaumaturgo L R Y, Astorga O A M, Filho M B M, 2009, "O Emprego de Tecnologia LED na Iluminação "Pública – Seus Impactos na Qualidade de Energia e no Meio Ambiente", The 8th latinamerican congress on electricity generation and transmission – CLAGTEE.

[5] HONGXING, Y; WEI, Z.; CHENGZHI, L.; Optimal design and techno-economic analysis of a hybrid solar–wind power generation system. p.163-169, 2009.

[6] INPE / CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: < http://satelite.cptec.inpe.br >. Acesso em: 20 nov. 2011.

[7] MINHA CASA SOLAR – Pinel Solar Fotovoltaico 135W. Disponível em: < http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br/kd135sx-upu >. Acesso em: 10 out. 2011.

[8] KYOCERA SOLAR – Painéis solares (módulos) Kyocera http://www.kyocerasolar.com.br/site/arquivos/produtos/68.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011

[9] SINDA – Sistema Nacional de Dados Ambientais Disponível : http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/historico/consulta_radsol.jsp Acesso em: 20 nov. 2011

ISSN 1809-3957

Revista SODEBRAS –Volume 7 – N° 76 - ABRIL/ 2012

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

ISSN 1809-3957

GILDA CORTEZ PEREIRA

Resumo - Este trabalho pretende diagnosticar, questionar e analisar os conceitos relativos à *energia,* conteúdo de ciências do Ensino Fundamental e qual o nível de conhecimento científico sobre fontes de energia renováveis de professores multiplicadores do Programa ReAção, sendo este, resultado de um conjunto de ações desenvolvidas por uma política pública educacional que investiu na melhoria do Ensino de Ciências desse segmento. Como estes multiplicadores orientam os professores no trabalho a ser desenvolvido em Ciências pretendeu-se avaliar, o seu nível de conhecimento sobre o assunto. Na análise dos dados da pesquisa constatou-se que os professores multiplicadores, em número de trinta, detêm um conhecimento sobre as fontes de energia que fazem parte do nosso cotidiano (energias solar e eólica) encontrando dificuldades para as respostas em outras como biomassa e "células a combustível".
Palavras – chave – conceitos; energia; fontes renováveis; professores de ciências.

I INTRODUÇÃO

A realidade atual decorrente de fatores políticos, sociais e econômicos influencia o cotidiano de nossa sociedade e têm levado educadores a repensar o papel da escola diante da situação mundial que afeta todas as nações de maneira geral, inclusive o Brasil.

O Brasil ocupa hoje um dos últimos lugares (53ª posição entre 65 países) em educação de ciências. A avaliação é da OCDE (Organização de Nações Desenvolvidas).

Surgem vários problemas relacionados a este desempenho dos estudantes: país menos competitivo internacionalmente, menos jovens motivados a seguirem carreiras científicas e de engenharias. A educação de má qualidade nessa área também é um instrumento de exclusão social.

São estas disparidades sociais que têm levado grande parte da população brasileira viver à margem de várias conquistas científicas e tecnológicas do nosso tempo, o que significa dizer que, além de estarem tolhidos dos seus direitos básicos como cidadãos, ainda se encontram alheios à sua própria realidade. [7]

"Não há como viver num mundo estruturado pela cultura científica sem estar informado sobre ela", diz Carlos Vogt, coordenador de um grupo de estudos da Unicamp que pesquisa a relação entre ciência e sociedade.[6]

A educação tem sido uma educação muito mais de respostas do que uma educação de perguntas, que é a "única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de responder ao seu assombro e resolver seus verdadeiros problemas essenciais, existenciais. E o próprio conhecimento". [5]

Diante desse desafio e, percebendo que a escola sozinha não tem a responsabilidade de promover as transformações sociais necessárias, surge o "Programa ReAção - educando para a vida, construindo o futuro", uma parceria com a Empresa BASF – The Chemical Company, Prefeitura de Guaratinguetá (Secretaria Municipal da Educação), USP/Instituto de Química, UNESP, FAPES, Universidade de York (Inglaterra) e Fundação Espaço Eco. Uma parceria com diferentes instituições sociais do município de Guaratinguetá – SP, cujo objetivo é a melhoria do Ensino de Ciências praticado nas escolas da Rede Municipal de Ensino Fundamental.

O Programa conseguiu unir parceiros de credibilidade reconhecida, citados acima, além de uma equipe pedagógica de excelente nível e uma instituição focada na eco eficiência, Fundação Espaço Eco, na construção de uma resposta para um problema emergencial do país: melhorar a qualidade do ensino e a compreensão da realidade.

A inovação do programa, pioneiro no segmento químico, estava na metodologia de ensinar questões complexas de forma simples, com a organização do pensamento para o aprendizado.

O currículo atual de ciências retém do passado o ensino com ênfase em informações científicas isoladas, extremamente complexas, fora do alcance da compreensão dos alunos e sem a indicação da sua importância para a vida do jovem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais nos orientam que desde o início do processo de escolarização e alfabetização, os temas de natureza científica e técnica podem ser de grande ajuda no processo educacional, por permitirem diferentes formas de expressão.

[6] Folha de São Paulo, Ciência em baixa, Cotidiano –C9, 17/10/2011

ISSN 1809-3957

"Não se trata somente de ler e escrever para que os alunos possam aprender Ciências, mas também de fazer usos das Ciências para que os alunos possam aprender a ler e escrever". [2]

Um grande desafio, pois o próprio nome "ReAção" remetia para o refazer do processo educacional de forma a reverter os resultados atuais no cenário geral da educação, e de forma específica, das ciências e da química. No mundo da química, reação é o processo de transformação.

"A aproximação entre universidade e indústria, município e organização civil em torno do objetivo comum de contribuir para a melhoria do ensino é importante para o desenvolvimento de projetos com a participação de pesquisadores, alunos de graduação, pós-graduação e pós - doutores", afirmou o professor Hans Viertler, Coordenador do Programa ReAção na USP e Diretor do Instituto de Química –USP, considerando a parceria estratégica para os segmentos envolvidos.

E para discutirmos o currículo de ciências estávamos no âmbito de decisões concernentes a **quais** conhecimentos deveriam ser ensinados, **o que** deveria ser ensinado, **como** deveria ser ensinado e **por que** ensinar este ou aquele conhecimento. Diríamos melhor: mais do que ensinados, **o que** deveria ser aprendido e **por que** aprendê-lo. Isso se confirma quando verificamos, nas palavras de Tomáz Tadeu da Silva, que

> O currículo é sempre resultado de uma seleção: de um universo mais amplo de conhecimentos e saberes; seleciona-se aquela parte que vai constituir precisamente o currículo. As teorias do currículo, tendo decidido quais conhecimentos devem ser selecionados, buscam justificar por que "esses conhecimentos" e não "aqueles" devem ser selecionados [9]

Desta forma, o programa com ênfase na organização do pensamento, priorizou, de acordo com o nível escolar, conteúdos que levassem à compreensão dos princípios que regem os fenômenos, das interpretações que fazemos e as inúmeras aplicações da Ciência na nossa vida diária.

Fundamentado no PCN (Parâmetro Curricular de Ciências), a metodologia de ensino deveria garantir que as investigações científicas fossem exercitadas usando contextos tomados de processos da vida, de seres vivos, de materiais e suas propriedades e de processos físicos, contribuindo para o aprendizado da leitura e compreensão da realidade.

O conteúdo do Programa foi definido por meio da seguinte pergunta: "Que conhecimentos de ciência os cidadãos deverão ter, para o resto de suas vidas, para melhorar a compreensão do mundo em que vivem e para que os assuntos científicos, nas diversas situações, tenham sentido?"

O público-alvo do programa foi cerca de 500 professores da Educação Infantil até a 8ª série do Ensino Fundamental (9º ano), com 10 mil estudantes municipais, incluindo os que possuíam necessidades especiais.

Os objetivos do Programa eram claros:

1. Contribuir com a melhoria do ensino de Ciências no Ensino Fundamental;
2. Melhorar a organização do pensamento: organizar o pensamento exercitando ações mentais simples como a observação e a descrição, interpretação, comparação, classificação, etc.

No conteúdo do currículo além de vários assuntos pertinentes ao objetivo do programa verificamos que o tema energia estava presente para os alunos do 5º ano.

A história mostra que a energia tem sido a base do desenvolvimento das civilizações. Cada vez mais percebemos as necessidades energéticas para a produção de alimentos, bens de consumo, bens de serviço e de produção de lazer, e, finalmente, para promover o desenvolvimento econômico, social e cultural. O uso das fontes tradicionais traça sua trajetória ao declínio, não só pela sua característica pouco duradoura, mas porque é uma ameaça ao meio ambiente. Na esteira da questão ecológica, as chamadas "fontes alternativas de energia" ganham um espaço cada vez maior. O termo fonte alternativa de energia não deriva apenas de uma energia eficiente, mas pode ser considerado sinônimo de energia limpa, pura, não poluente, a princípio inesgotável e que pode ser encontrada a maioria, na natureza [1].

Transportando esta temática para a educação, mais especificamente, para o trabalho do professor polivalente[7] ou especialista em Ciências da Natureza podemos afirmar que esse conteúdo faz parte do currículo, porém, como é passado ao aluno? Esta indagação nos remete a outras: Como ensinar *energia* nos anos iniciais do ensino fundamental? Por que ensinar? Quais implicações das respostas a essas questões em relação aos livros didáticos de Ciências nos anos iniciais? Em que contextos esta palavra *energia* aparece? Que significado pode ter? Que compreensões de *energia* são possíveis a partir dos olhares de um arquiteto, engenheiro, cientista, professor e aluno?

Neste trabalho, pretendemos diagnosticar, questionar e analisar os conceitos relativos à *energia* e como pode ser tratado pelos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, através do apoio de professores multiplicadores. A linguagem científica não é uma linguagem cotidiana, e a percepção de que se trata de contextos diferenciados é de fundamental importância no processo (dialógico) de ensinar Ciências. Desta forma, um questionamento é importante: qual o conhecimento que o professor tem do conhecimento quando ensina conhecimento?[8] Neste caso, estamos nos referindo à formação do professor polivalente para um assunto tão profundo como *energia.*

II CONHECIMENTO CIENTÍFICO VERSUS CONHECIMENTO COTIDIANO

[7] Professor polivalente é aquele que leciona para alunos do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental, ministrando todos os componentes curriculares.

[8] Esta frase é citada por Fenando Becker na introdução de sua obra: Epistemologia do Professor: o cotidiano na Escola. Vozes, 1998.

ISSN 1809-3957

A presença cada vez mais marcante da Ciência em nossa sociedade faz com que conceitos científicos permeiem a linguagem comum, em decorrência de textos jornalísticos, de divulgação e dos próprios livros didáticos. Assim, o termo *energia* é um conceito que tem sido muito usado no dia - a – a dia. Fala-se na energia dos alimentos e de como devemos estar atentos às necessidades energéticas de nosso organismo para as atividades diárias. Nos supermercados, os rótulos dos mais variados produtos, registram o conteúdo energético dos alimentos, milhares de pessoas em academias de ginástica preocupam-se diariamente em queimar energia ou queimar calorias. A discussão em torno da energia também se insere no terreno da economia e da política, em que temáticas como produção e consumo de energia e das energias alternativas e não poluentes ou energias limpas, encontram-se quase sempre na ordem do dia.

O uso desse conceito de modo generalizado e vago, no cotidiano, induz, na maioria das vezes, a aprendizagens equivocadas. Pode-se pensar que energia é uma substância, algo material que está contido num alimento, por exemplo, o que contraria o conceito científico associado a este termo. A expressão conhecida como consumo de energia também gera equívocos, pois sugere que a energia consumida desaparece, o que violaria um importante princípio da Física: o princípio de conservação de energia. Também, na linguagem cotidiana é comum percebermos o uso do termo força como sinônimo de energia.

Desta forma, entendemos que os conceitos da Ciência apresentam, na linguagem cotidiana, uma significação diversa daquela que se almeja que os alunos compreendam após as aulas de Ciências. Quando o professor, em sala de aula, fala a palavra energia, o que está sendo efetivamente compreendido pelos alunos? Em que medida os diferentes significados contextuais consegue ser percebidos por eles? Que confusões terminológicas estão sujeitas a ocorrer? O professor está preparado para abordar o conceito científico de modo que haja uma ruptura do conhecimento cotidiano para o conhecimento científico?

Georges Snyders [10] faz uma distinção entre a cultura primeira e a cultura elaborada afirmando que embora haja relações entre elas, há também diferenças significativas do ponto de vista histórico e epistemológico, este último entendido, de modo simplificado, como teoria do conhecimento.

É importante salientar que, com a ideia de ruptura, não se pretende desprezar os saberes cotidianos, construídos na interação dos sujeitos com os meios físico e social, mas é fundamental que os professores conheçam e trabalhem com esses saberes. É no diálogo do cotidiano com o científico que a escola deve atuar, porém reconhecendo as diferenças. Voltemos ao questionamento inicial sobre a formação do professor e o conhecimento: ele tem dificuldade de lidar com os próprios conceitos da Ciência? Mesmo que ele esteja atento à ideia de ruptura entre o científico e o cotidiano, e saiba identificar concepções de senso comum, fazer aproximações adequadas do conhecimento científico ao nível de escolaridade ainda é um desafio?

Para o professor, além de seu aprofundamento sobre o conceito de energia e suas implicações, certamente seria mais útil, no nível fundamental de ensino, associar o que chamamos de energia a algo que se apresenta de diversas formas e que pode ser transformado (ou convertido) de uma forma ou outra. Num ventilador, por exemplo, a energia elétrica é transformada em calor e em energia do movimento (cinética) das pás. Numa lâmpada incandescente, essa mesma energia elétrica transforma – se em calor e luz. Num automóvel, a energia (potencial) química dos combustíveis gera calor e movimento, enquanto a energia (também química) da bateria gera energia elétrica que se transforma, entre outras coisas, em som (da buzina) e luz (dos faróis). Também é importante que o professor compreenda o significado de conservação de energia , segundo o qual a quantidade de energia de um sistema isolado não se altera, ainda que haja transformação de uma forma de energia em outra. [6]

Em síntese, podemos dizer que os professores precisam garantir a correção conceitual nas aulas de Ciências, tendo como pressuposto as diferenças contextuais existentes entre os conhecimentos científico e cotidiano.

III ANÁLISE, DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA E RESULTADOS

A preocupação sobre o conhecimento que o professor tem do conhecimento quando ensina este conhecimento ao aluno, neste trabalho, o conceito de energia, levou-nos a uma pesquisa com 30 (trinta) professores multiplicadores (como amostragem) do Programa ReAção em execução na Rede Municipal de Ensino de Guaratinguetá (2006-2011), desde a Educação Infantil até o 9º ano do Ensino Fundamental.

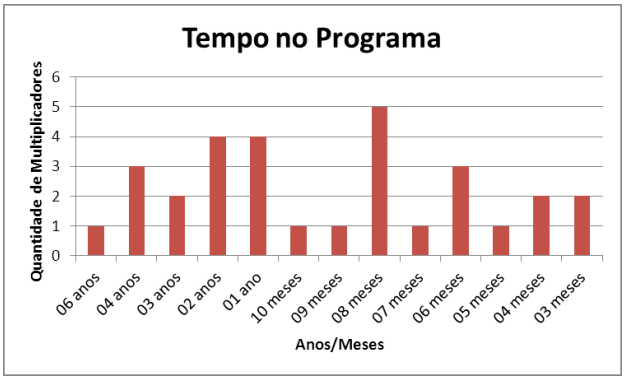
A pesquisa teve como objetivo diagnosticar o nível de conhecimento científico sobre fontes de energia renováveis dessas multiplicadoras e analisar, avaliar, a partir da proposta curricular, cujo conteúdo está inserido, se poderá haver diálogo entre o conhecimento cotidiano e o científico se, confirmado esse conhecimento.

Dos 30 professores multiplicadores, 27 eram do sexo feminino, 03 do sexo masculino, 18 eram professores efetivos – concursados e 12 professores eventuais (não – efetivos) com tempo de exercício em sala de aula e tempo no programa como segue:

Tempo de Exercício		Tempo no Programa	
Anos/ Meses	Quantidade de Multiplicadores	Anos/ Meses	Quantidade de Multiplicadores
23 anos	01	06 anos	01
16 anos	01	04 anos	03
13 anos	02	03 anos	02
12 anos	06	02 anos	04
10 anos	03	01 ano	04

ISSN 1809-3957

09 anos	01	10 meses	01
06 anos	01	09 meses	01
05 anos	03	08 meses	05
03 anos	01	07 meses	01
02 anos	06	06 meses	03
O1 ano	01	05 meses	01
10 meses	02	04 meses	02
07 meses	01	03 meses	02
06 meses	01	------	--------



Os tempos de exercício no Magistério e do programa são variáveis o que aponta para a rotatividade desses multiplicadores, um grande problema para a sistematização do conhecimento em relação ao conteúdo de ciências, às experiências e o contato com os professores de sua responsabilidade na supervisão e apoio. Esta análise deu-se porque com os professores multiplicadores são realizados encontros semanais com momentos de orientação para o planejamento de atividades de ensino, debate de ideias e propostas metodológicas, sugestões de intervenções junto aos alunos, trocas de fontes de consulta utilizadas para confecção de material didático, discussão sobre diferentes modos de agir com os alunos e, com a rotatividade muito está sendo perdido.

Foram propostas 05 (cinco) questões semiestruturadas para respostas de imediato, sem consulta bibliográfica, as quais abordaram conhecimento sobre: fontes alternativas de energia, energia solar, eólica, biomassa e células a combustível. como segue:

1- Desde o início do século XX, o mundo tem sofrido com a exploração de seus recursos naturais, com a poluição da atmosfera e a degradação do solo. Diante disso, muito tem se estudado e colocado em prática o uso das fontes alternativas de energia. Relate com suas palavras o que você entende por fontes alternativas de energia.

2- Praticamente inesgotável, é utilizada na produção de eletricidade através de painéis solares e células fotovoltaicas. Que tipo de energia alternativa é esta?

3- Utilizada há anos sob a forma de moinhos de vento, pode ser canalizada pelas modernas turbinas eólicas ou pelo tradicional cata vento. Seu impacto ambiental é mínimo, tanto em termos de ruído quanto no ecossistema. De que tipo de energia alternativa estamos nos referindo?

4- É uma fonte de energia alternativa muito utilizada na agricultura. Defina desta forma, como é esta fonte denominada biomassa.

5- Diante dos avanços tecnológicos e que vem contribuindo com o meio ambiente, o que você entende sobre fonte de energia alternativa denominada “células a combustível”?

Os Parâmetros Curriculares Nacionais enfatizam a importância do conhecimento de Ciências para os alunos como uma forma de compreensão do mundo, para o exercício da cidadania.

> Mostrar a ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a meta que se propõe para o ensino da área na escola fundamental. [2]

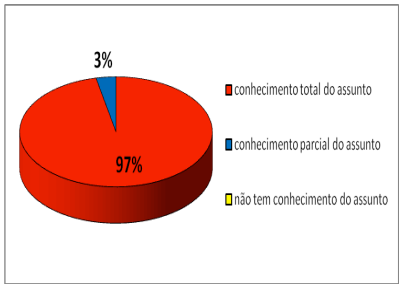
Abaixo, a tabulação dos resultados das questões propostas:

TABELA 1 – CONHECIMENTO DO ASSUNTO

Questões / Conhecimento	1ª questão	2ª questão	3ª questão	4ª questão	5ª questão
Conhecimento do assunto	21 70%	28 93%	29 97%	14 46%	08 27%
Conhecimento parcial do assunto	04 13%	00 0%	01 3%	05 17%	02 6%
Não tem conhecimento	05 17%	02 7%	00 0%	11 37%	20 67%

Como se observa, dos 30 (trinta) professores pesquisados, 97% ou seja, 29 (vinte e nove) possuem algum conhecimento sobre energia eólica (3ª questão).

ISSN 1809-3957

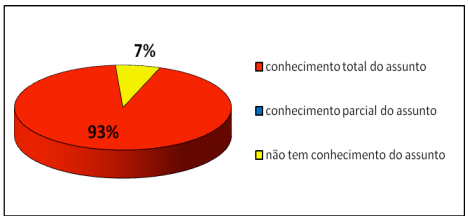


A energia eólica é utilizada sob a forma de moinhos de vento, gerada pelo vento que pode ser canalizada pelas modernas turbinas eólicas ou pelo tradicional cata-vento, como mostra a figura 1.

Figura 1

Para a produção de energia elétrica em grande escala, só são interessantes regiões que tenham ventos com velocidade média de 6m/s ou superior. Outra restrição presente no aproveitamento da energia eólica é a questão do espaço físico, uma vez que tanto as turbinas quanto os cata - ventos são instalações mecânicas grandes e ocupam áreas extensas. Todavia, seu impacto ambiental é mínimo, tanto em termos de ruído quanto no ecossistema. [8]

A segunda questão referente à energia solar teve o acerto de 93% dos pesquisadas (28) contra 7% (02) que não têm conhecimento do assunto, o que indica que os professores detêm algum conhecimento sobre a energia solar.



Praticamente inesgotável este tipo de energia pode ser usada para a produção de eletricidade através de painéis solares e células fotovoltaicas. No Brasil, a quantidade de sol abundante durante quase todo o ano estimula o uso deste recurso. Existem duas formas de utilizar a energia solar: ativa e passiva. O método ativo se baseia em transformar os raios solares em outras formas de energia térmica ou elétrica (figuras 2 e 3) enquanto o passivo é utilizado para o aquecimento de edifícios ou prédios através de concepções e estratégias como mostra a figura 4. Os painéis fotovoltaicos são uma das mais promissoras fontes de energia renovável. A principal vantagem é a quase total ausência de poluição.

Figura 2 - Instalação fotovoltaica instalada ao nível do solo

Figura 3 - Torre Solar

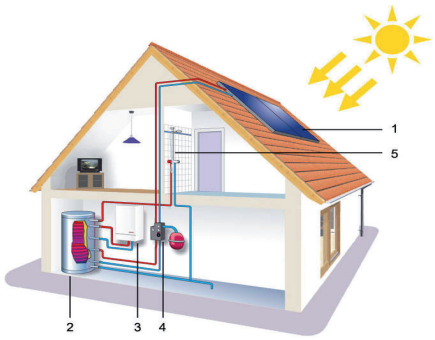
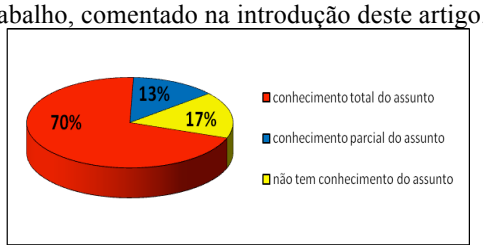


Figura 4 – Estação Térmica para aquecimento de água potável em residências.

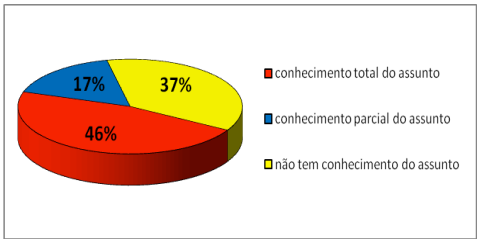
1- coletor **2-** acumulador **3-** Caldeira de calefação **4-** Estação solar **5-** Consumidor de água quente (por ex: chuveiro)

A primeira questão recebeu 21 acertos abrangendo 70% de conhecimento sobre fontes de energia alternativas foco deste trabalho, comentado na introdução deste artigo.



A quarta questão sobre a fonte denominada biomassa teve 46% de acerto sobre o assunto, ou seja, 14 professores e, ainda 17% com conhecimento parcial do assunto ou 05 professores e um não conhecimento do assunto por 11 professores (37%).

ISSN 1809-3957



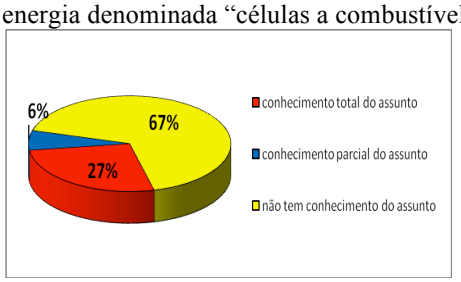
A biomassa é definida como "a fração biodegradável de produtos e resíduos da agricultura incluindo substâncias vegetais e animais, da floresta e das indústrias conexas, bem como a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos"[9]

A biomassa apresenta ser a maior e a mais sustentável fonte de energia alternativa renovável. Há três classes de biomassa: as biomassas sólidas, líquidas e gasosas. A biomassa sólida tem como fonte os produtos e os resíduos das florestas (figura 5), os resíduos da agricultura (figura 6) e a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos. A biomassa líquida existe em uma série de biocombustíveis com potencial de utilização, todos com origem nas chamadas "culturas energéticas", como por exemplos: o biodiesel (óleos vegetais), o etanol (açúcar, amido, celulose) e o metanol gerado pela síntese do gás natural. A biomassa gasosa é encontrada nos afluentes agropecuários provenientes da agroindústria e do meio urbano.[8]

Figura 5

Figura 6

A quinta questão teve o menor número de acertos ou não conhecimento (67% ou 20 professoras) relacionada à fonte de energia denominada "células a combustível".



Energia fácil e barata, sem gerar poluição, capaz de movimentar veículos, como mostra as figuras 7 e 8, e produzir eletricidade para uso comercial e residencial.

A célula a combustível se baseia no uso do hidrogênio como combustível e é possível obter energia em grande quantidade e, além disso, o produto da queima do hidrogênio é a água, que não polui de forma alguma. [8]

Figura 7 – Carro movido à célula de hidrogênio

Figura 8 – Célula a combustível portátil

Nesta análise, podemos dizer que os professores precisam estar atentos, no planejamento e preparo das aulas, na leitura crítica dos livros didáticos, a confusões terminológicas e concepções do senso comum, além de buscar aproximações adequadas do conhecimento científico ao nível de escolaridade dos estudantes e um ponto importante, necessário terem um conhecimento maior sobre o que irão ministrar.

O que se observa, segundo Delizoicov & Angotti [4] é que ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental tem tido um caráter não uniforme, aperiódico e limitado à memorização de regras. Os autores apontam como razões: deficiências nos cursos de formação de professores quanto aos conteúdos de ciências, tratamento metodológico da disciplina, prioridade na didática da alfabetização e matemática, relegando para segundo plano o ensino de ciências.

IV CONCLUSÃO

A matriz energética, hoje, está baseada no petróleo, caminhando em direção ao declínio da produção. No futuro, será imprescindível a utilização de fontes alternativas de energia devido aos estudos principalmente em relação ao fator ambiental. Um exemplo visível é ao contrapor o uso do petróleo e o de biomassa como fontes de energia em veículos automotivos constatam-se os danos causados pelo primeiro ao meio ambiente que são muito maiores do que quando se utiliza a mesma quantidade de biomassa. A utilização do petróleo traz grandes riscos para o meio ambiente desde o processo de extração, transporte, refino, até o consumo, com a produção de gases que poluem a atmosfera [8].

Desta forma, chega-se à conclusão de que as fontes alternativas de energia vêm através dos tempos ganhando mais força no seu desenvolvimento e aplicação, tornando-se uma alternativa viável para a atual situação em que o mundo se encontra, com as crises do petróleo e outros desafios gerando uma grande degradação ambiental o qual é incontestável do ponto de vista social e econômico.

Na pesquisa em foco (amostragem) sobre fontes de energia renováveis constatamos que os professores detêm um conhecimento sobre o assunto principalmente as fontes de energia que como já citado, fazem parte do nosso cotidiano (energias solar e eólica) ficando a desejar outras como biomassa e "células a combustível" onde foram encontradas dificuldades para as respostas.

Portanto, a escola envolvendo alunos e professores necessitam não somente ter o conhecimento profundo sobre estas questões de energia, mas partir para ações e

[9] Definição encontrada no Jornal da rede portuguesa Leader. N.36, 2006. Disponível em: http:/www.idrha.pt/pl/jornalpl36.pdf.

ISSN 1809-3957

cada um ter um olhar crítico para o que acontece no meio ambiente e participar das mudanças.

Para isso, o professor deve [3]:

- Conhecer as principais concepções alternativas acerca dos conceitos científicos, percebendo como isto está presente no conhecimento cotidiano.
- Estudar e valorizar a história e a filosofia das Ciências.
- Buscar fontes confiáveis para esclarecer o significado científico dos conceitos que pretende abordar.
- Fazer as aproximações e adaptações necessárias com os alunos, mas ter o cuidado de não distorcer os conceitos, ferindo a correção conceitual. É lembrar que simplificar não é distorcer.
- Não esperar que o aluno abandone seus conhecimentos cotidianos em favor dos científicos, mas ensiná-lo a usar cada conceito no contexto apropriado.

Em síntese, há a necessidade que o professor reveja metodologias e atitudes, envolva – se em uma investigação didática, para que possa fundamentar uma reflexão sobre sua prática docente e, consequentemente, adotar inovações que contribuam para a melhoria da aprendizagem de seus alunos.

V AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação do Programa ReAção pelo apoio e colaboração e em especial aos professores multiplicadores, sem os quais esta pesquisa não teria se realizado.

VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **Atlas de energia elétrica do Brasil** / Agência Nacional de Energia Elétrica. ed. –Brasília: Aneel, 2008, 236p.

[2] BRASIL. Ministério da Educação e Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ciências Naturais. Brasília, Secretaria de Educação Fundamental, 1997, Vol.4, pp.23- 62.

[3] **Ciências:** ensino fundamental / Coordenação Antonio Carlos Pavão. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010, pp.7-212.

[4] DELIZOICOV,D.; ANGOTTI, J.A.P. **Metodologia do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 2ed.,1992 (Magistério 2º Grau. Série formação do Professor).

[5] FREIRE, Paulo; FAUNDEZ, Antonio. **Por uma Pedagogia da Pergunta.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985, p.51.

[6] MARTINS, André Ferrer P. **Palavras, Textos & Contextos**. Ciências: ensino fundamental/ Coordenação Antônio Carlos Pavão. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010, pp.11-24.

[7] MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga, MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. **Programa ReAção:** uma análise das contribuições de uma pesquisa colaborativa com professores para a melhoria do ensino de ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Vol. 8 n. 2, 2008, pp.2- 17.

[8] SANTOS, Myrlla Galdino R.S., MOTHÉ, Cheila Gonçalves. **Fontes Alternativas de Energia.** Revista Analytica. Dezembro, 2008, n.3, pp.56-70.

[9] SILVA, Tomaz Tadeu da. Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 1999, p. 15.

[10] SNYDERS, George. **Alegria na Escola**. São Paulo: Manole, 1998.

ISSN 1809-3957