

## **CAPACIDADE INOVATIVA DA INDÚSTRIA DE COLETORES SOLARES: ESTUDO EM EMPRESAS BRASILEIRAS<sup>1</sup>**

**ARLEM HUDSON ROCHA**

Centro Universitário UNA, Belo Horizonte, MG, Brasil  
[arlem.rocha@educacao.mg.gov.br](mailto:arlem.rocha@educacao.mg.gov.br)

**FABRÍCIO ZIVIANI**

Universidade FUMEC, Belo Horizonte, MG, Brasil  
[fazist@hotmail.com](mailto:fazist@hotmail.com)

**RICARDO VIANA CARVALHO DE PAIVA**

Centro Universitário UNA, Belo Horizonte, MG, Brasil  
[ricardovcp@una.br](mailto:ricardovcp@una.br)

**MARTA ARAÚJO TAVARES FERREIRA**

ECI/UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil  
[marta.tavarez@gmail.com](mailto:marta.tavarez@gmail.com)

**MATHEUS DE MENDONÇA HERZOG**

CEMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil  
[matheus.herzog@cemig.com.br](mailto:matheus.herzog@cemig.com.br)

### **RESUMO**

Este trabalho objetiva avaliar as empresas brasileiras fabricantes de coletores solares sob a ótica de seus indicadores de inovação, com vistas à fabricação de um equipamento de condicionamento de ar cuja fonte energética se origina de coletores solares de alta capacidade. Apresenta-se a compilação de um conjunto de indicadores de inovação testados para analisar as empresas. Busca-se também a atualização bibliográfica sobre o conceito de indicadores de inovação e capacidade inovativa, realizou-se uma pesquisa quantitativa, método *survey*, como estratégia de pesquisa. A abordagem de pesquisa contemplou 40 fabricantes nacionais de coletores, no entanto devido à especificidade dos questionamentos foi possível validar 20 questionários que representa 50% do universo preterido, e os resultados preliminares assinalaram a possibilidade de verificação do estágio da capacidade inovativa das fabricantes com base na utilização de indicadores de inovação, bem como foi possível assinalar empresas que possuem índices satisfatórios para assimilação e absorção de inovações tecnológicas de condicionamento solar de ar e refrigeração. Este trabalho corrobora com as perspectivas de desenvolvimento de projetos de P&D futuros, se fortalece com a aptidão das empresas respondentes na promoção de interações com outras organizações voltadas a este propósito.

---

<sup>1</sup> Agradecimentos: CEMIG/ANEEL – Projeto de P&D D-438; FAPEMIG.

**Palavras-chave:** Capacidade inovativa; Coletores solares; Indicadores de inovação; Setor Elétrico.

## INTRODUÇÃO

O Brasil por seu posicionamento natural geográfico e extensão territorial deve ser considerado uma potência na produção eficiente de energia elétrica proveniente da irradiação solar, porém, segundo dados divulgados pela EIA (2013) a participação brasileira na utilização mundial de fontes solares assegura a 5ª posição, sendo que a Alemanha lidera este tipo de exploração de fontes renováveis seguida por Turquia e China.

Atualmente o setor fabril de coletores solares brasileiros assume importante papel como alternativa para atender à crescente demanda de energia elétrica, e deve ser observado com atenção para o desenvolvimento, racionalização e nacionalização de conhecimento de inovações tecnológicas, na concepção e geração de energia elétrica por meio sustentável. Porém, observam-se rasos estudos sobre a capacidade inovativa do setor, e por consequência a percepção de baixos níveis de investimentos de empreendedores para a evolução deste setor estratégico.

O mercado brasileiro de fabricantes dos coletores solares apresenta como principal agente normalizador a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA (2013), que expõe diagnóstico de composição do setor composto por 40 organizações consideradas fabricantes nacionais de coletores solares e que possuem certificação de eficiência dos produtos fabricados. Sobre a localização geográfica tem-se que 55% destas fabricantes estão localizadas no estado de São Paulo, 35% em Minas Gerais, que se configuram como os principais polos de localização das empresas elencadas.

Dentre os investimentos realizados para a expansão de utilização da energia elétrica proveniente de fontes solares, destaca-se o “P&D - Desenvolvimento de novos coletores solares para sistemas de condicionamento de ar e refrigeração”, com o código PD-4950-0438/2011. Projeto de P&D desenvolvido pela Companhia Energética do Estado de Minas Gerais – CEMIG (2011), Centro Universitário UNA e Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que apresenta como objetivo principal a identificação de fontes alternativas de geração distribuída e descentralizada, geração termelétrica e eficiência energética.

O projeto de P&D apresentado pela CEMIG visa à adaptação de tecnologia para a adequação dos sistemas de condicionamento de ar com fonte energética originada de novos coletores solares para níveis de temperatura de 80°C a 200°C, coletores de média temperatura, visando posterior integração aos sistemas de refrigeração e condicionamento de ar para ambientes.

O referido projeto de P&D representa importante ferramenta na disseminação da alternativa solar térmica em diferentes setores da economia nacional. Composto de três grupos distintos de estudos sendo o primeiro grupo (novos coletores solares) responsável pela concepção, projeto, fabricação e ensaios de novos coletores para temperaturas de operação entre 80°C a 200°C, fundamentais para a refrigeração solar. Tais produtos não são fabricados no país, e outro objetivo do projeto de P&D seria a viabilização.

O segundo grupo integrante do projeto de P&D (refrigeração solar) apresenta como objetivo o desenvolvimento de estudos sobre novas tecnologias: absorção, adsorção e dessecantes (sólidos e líquidos). Identifica-se que a única comercializada no país é a ciclo de absorção em geladeiras elétricas, portanto, uma fase importante da metodologia será a substituição parcial ou total do gerador elétrico ou a gás, por coletores solares desenvolvidos e aprovados pelo grupo.

O terceiro grupo de do projeto de P&D foi responsabilizado pelo mapeamento da cadeia

produtiva de coletores solares, o objetivo principal deste grupo é o elaborar e aplicar um instrumento de diagnóstico do estado da arte e do grau de maturidade nas indústrias para a nacionalização de novas tecnologias e sua efetiva aplicação. Dentro do propósito do grupo foram elaborados dois instrumentos de verificação dos fabricantes nacionais de coletores solares, sendo o primeiro de diagnóstico da capacidade absorviva das organizações e o segundo de avaliação da capacidade inovativa sob a análise de um conjunto de indicadores de inovação para os fabricantes.

O processo de análise da cadeia produtiva de coletores solares sob a ótica da capacidade inovativa, consiste na identificação e utilização de indicadores de inovação previamente avaliados. Utiliza-se estudos desenvolvidos pela Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras – ANPEI e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Sobre a composição e elaboração dos indicadores teve-se como base desenvolvimentos da Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC. Tem como objetivo a construção de indicadores setoriais e nacionais para mensurar fatores que influenciam o comportamento inovador das empresas, estratégias adotadas, incentivos, obstáculos e resultados advindos do esforço de inovação.

A seleção de indicadores para o desenvolvimento do mapeamento da cadeia produtiva considerou os dados sobre as atividades inovativas, atividades internas de inovação, capacidade de inovação, fontes de inovação, impactos da inovação, inovações operacionais, problemas e obstáculos da inovação e relações de cooperação.

Como procedimento metodológico teve-se a identificação de todas as empresas caracterizadas como fabricantes de coletores solares, totalizando 40 participantes. Teve-se a elaboração de um instrumento de coleta de dados no formato de questionário, que foi enviado para os participantes via documento eletrônico, método *survey*, a forma de tratamento dos dados aferidos foi da análise descritiva.

A elaboração dos indicadores para o desenvolvimento do estudo se apresentou eficiente, resultando um modelo de avaliação que permite aos empresários e interessados a obter uma nova visão de composição de mercado, podendo assinalar tópicos para investimentos e análises.

Destaca-se a percepção do comportamento tendencioso dos fabricantes de coletores em aproximar-se das empresas concessionárias de energia elétrica para o estabelecimento de parcerias e desenvolvimento de produtos inovadores, de melhor eficiência energética e que gere condições de assimilar novos conhecimentos.

O desenvolvimento do modelo de avaliação de indicadores aplicados aos fabricantes de coletores solares, estudo pioneiro, abre novas possibilidades para futuros desenvolvimentos de pesquisa que possam ser aplicadas a outros segmentos industriais e desta forma, fomentar novos estudos de diagnósticos.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### *Capacidade Inovativa*

O projeto de análise da capacidade inovativa dos fabricantes nacionais de coletores solares partiu do princípio da elaboração de um modelo teórico dos fatores que repercutem a capacidade inovativa.

Segundo Neely e Hii (1999) a cultura de uma organização deve ser de valorização das competências e do conhecimento, incorporados em sistemas físicos e sistemas gerenciais,

moldados pela cultura da empresa. Assim, a cultura desempenha papel fundamental no desenvolvimento da capacidade de uma empresa para inovar. Ela influencia o “modo como as coisas são feitas” dentro da empresa e as relações entre os funcionários da empresa. Entende-se que a cultura organizacional permeia a junção de várias culturas.

O conjunto de ativos e competências é utilizado para criar ou apoiar a competitividade e gerar vantagem para as empresas. A adoção de recursos, em termos de recursos financeiros, humanos e estruturais é crucial para a inovação. As empresas concorrentes são diferentes em termos de adoção de recursos e, portanto, as diferenças surgem em termos de vantagem competitiva e de inovação.

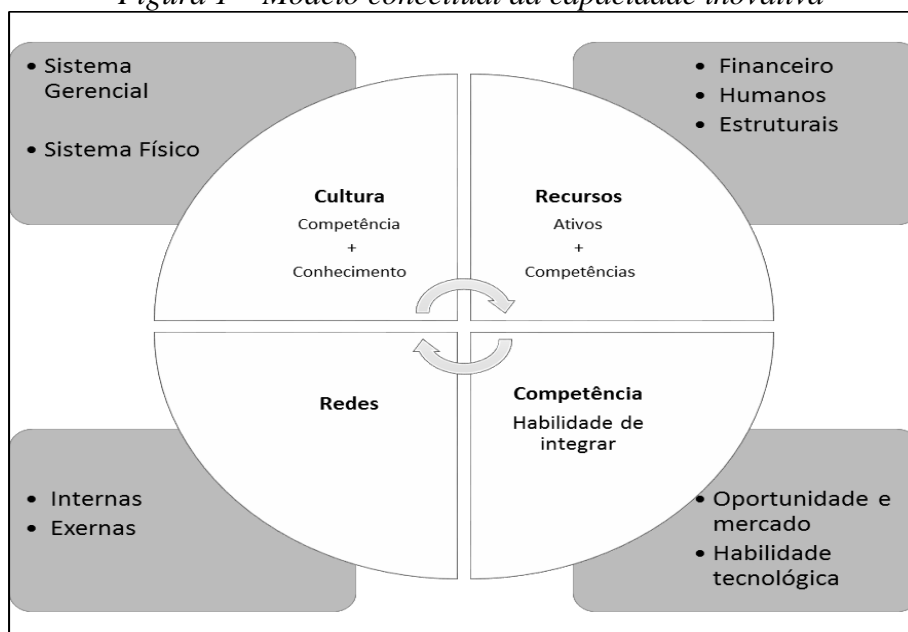
A competência de uma empresa lhe confere a capacidade de explorar suas ideias inovativas. Competência inclui habilidades como integrando as oportunidades de mercado com habilidades tecnológicas, de resolução de problemas de maneira criativa compartilhando o conhecimento tácito e experimentação. A competência de uma empresa muitas vezes se concentra no setor de engenharia, design, recursos ativos e pesquisa e marketing. O papel do gestor organizacional é combinar as oportunidades de mercado com competência para gerar inovações.

As iniciativas de redes são essenciais para a capacidade de inovar, pois agem como um veículo para a importação de conhecimento externo e interno. Este veículo é crucial para muitas fontes de inovação e devem ser estimulados. Muitas vezes, a maior parte dessas iniciativas de redes são informais. Empresas inovadoras dependem de ambas as redes informais e formais para suas inovações.

Neely e Hii (1999) relatam que o conhecimento é a base sobre a qual as ideias inovadoras são geradas. A inovação é fundamentalmente um processo cumulativo de aprendizagem, pesquisa e exploração. Este processo cumulativo reduz as incertezas embutidas em uma atividade inovadora. Inovações envolvem a combinação de ideias, conhecimentos novos e antigos para resultar em novos produtos, técnicas, formas de organização e novos mercados.

Entende-se que a proposta de verificação da capacidade inovativa das empresas fabricantes de coletores solares devem ser embasadas na composição de indicadores de inovação, que estarão contidos nos compostos de verificação da cultura, recursos, competências e redes das empresas envolvidas.

*Figura 1 – Modelo conceitual da capacidade inovativa*



Fonte: Adaptado de adaptado de Neely e Hii (1999)

### *Indicadores de inovação*

Para Davila, Epstein e Shelton (2007), atualmente existe uma infinidade de indicadores capazes de apresentar diagnósticos organizacionais, tornando-se necessário adotar critérios para obter resultados satisfatórios e confiáveis a fim de reduzir riscos e incertezas. Os autores ainda acusam que a montagem de um modelo inovador de negócio deve ser considerada como um desafio, assim como sua representação gráfica resumida. A representação gráfica deve ser capaz de tornar explícita a forma de trato da inovação na cultura organizacional.

Bes e Kotler (2011) argumentam que os indicadores de inovação necessitam ser agrupados para organizar o que se pretende avaliar e medir. Desta forma, apresentam como categorias de agrupamento os indicadores econômicos, de intensidade de esforço, eficácia de atividade de inovação e o grau de disseminação de inovação. Os autores afirmam, ainda que a necessidade de construção de um protótipo para diagnóstico da capacidade de inovação de uma organização pode assinalar o nível de maturidade do processo de P&D na ótica da gestão e inovação.

Rocha (2003) descreve que a relação de indicadores e o significado dos indicadores de inovação tecnológica devem ser apresentados de forma clara e que possibilite a correta identificação dos indicadores com seu objetivo de investigação. Apresentam como indicadores o esforço inovador das organizações, a intensidade de tecnologia, a taxa de inovação, os mecanismos utilizados para patenteamento, uso de mecanismo de patenteamento, suporte e aparato recebido pelo governo.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008), Bes e Kotler (2011) e Ziviani (2012) apresentam relevantes análises sobre a construção de indicadores de inovação e seus constructos avaliativos. Dentro do desenvolvimento destes autores, foram selecionados os indicadores de atividade interna de inovação, esforço inovativo, fontes de inovação, impactos da inovação e inovações operacionais para a composição de índices avaliativos da capacidade de inovação deste trabalho.

Sobre os indicadores de atividade interna de inovação, inicia-se a investigação sobre o percentual de empregados envolvidos no processo. Esta análise se faz necessária para mensurar, dentro do quadro efetivo de empregados contratados, qual a porcentagem de trabalhadores envolvidos diretamente com as atividades de inovação.

Para Sbragia e Andreassi (2006), a participação dos funcionários nas ações de inovações empresariais é importante para a competitividade de mercado. É parte da estratégia de motivação e comprometimento dos funcionários nos processos de mudança das empresas. A valorização dos funcionários deve ser considerada como fonte de inovação e devem ser adotadas medidas de acompanhamento e de premiação para que se perpetue esta aliança.

Ziviani (2012) revela que é importante utilizar de forma eficiente às competências agregadas com o intuito de fortalecer as estratégias empresariais que proporcionem vantagem competitiva para as organizações nos mercados atuantes.

Sobre o percentual de empregados que possuem especialização, presume-se a quantidade do quadro de trabalhadores contratados possuem capacitação especializada para lidar com os equipamentos e máquinas. Este indicador pode assinalar a qualificação necessária dos trabalhadores que assumem condições de incorporar inovações implantadas pela gestão organizacional.

O percentual de empregados que possui formação superior, curso de graduação concluído ou em fase de conclusão, assim como o percentual de mestres e doutores, indica a qualificação acadêmica da mão de obra contratada e, desta forma, o condicionamento científico que se pode dar para os processos de aperfeiçoamento e de inovações tratadas pelas organizações como percentual de faturamento investido em capacitação e treinamento.

Entende-se que as capacitações e treinamentos proporcionados aos trabalhadores permitem que a organização esteja acompanhando as mudanças e atualizações de mercado. Proporcionam aos trabalhadores condições de assimilar inovações lançadas e entenderem as novas demandas de insumos e de produtos, além do manuseio de matérias primas.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008), revelam que a formação e treinamento de trabalhadores geram condições de capacitação para estes lidar com problemas associados ao processo de inovar nas firmas, um indicador relevante do potencial de adaptação das organizações.

Para Tigre (2006) as capacitações e treinamentos podem ser considerados como fontes de inovação e isso revela a estratégia de buscar informações do mercado e manter os colaboradores qualificados para produzirem soluções aos problemas com a inovação.

Sobre o percentual de faturamento investido pela empresa em atividade de P&D, entende-se que este desenvolvimento assinala a intenção da gestão organizacional em envolver recursos financeiros para realizar pesquisas e desenvolvimentos que proporcionem maior entendimento do campo de inovação organizacional.

Tigre (2006) acrescenta que os investimentos em aquisição e atualização de máquinas e equipamentos aceleram a produtividade eficiente, aceleram a destruição criadora e asseguram as organizações condições para permanecerem efetivamente no mercado. Todas as organizações teriam, a qualquer momento, de investir em inovações e abandonar as formas tradicionais de produção.

Sobre o percentual de faturamento investido em tecnologia da informação, pretende-se identificar o nível de investimento que as organizações estão dispostas a realizar para manter seus equipamentos (computadores) e similares de informatização atualizados em comparação aos utilizados pelo mercado e pelos concorrentes.

Para Senge (2009), as organizações só apresentam condições de aprender por meio de indivíduos que aprendem. O indicador de aprendizagem vem ganhando destaque nos estudos organizacionais nas últimas décadas. O constante investimento em aprendizagem deve ser considerado como fator que gera competitividade e inovação para as organizações. Sobre este contexto, pretende-se avaliar o percentual que as organizações estão investindo em atividades de aprendizagem nas organizações.

Sobre o percentual de funcionários que recebem apoio financeiro para continuidade da formação acadêmica, avalia o quanto as organizações estão dispostas a investir para assegurar a capacitação acadêmica dos trabalhadores contratados e como este corpo funcional está preparado para lidar com as mutações proporcionadas pelas inovações incorporadas.

O investimento em licenças de tecnologias tem como pretensão avaliar os níveis de investimentos realizados pelas organizações para manter atualizados seus programas e suas licenças para atuarem no mercado com produtos inovadores, assim como, seus mecanismos adotados para atuarem diante de leis e normas governamentais.

O indicador de parceiros em projetos de inovação pretende avaliar o quanto a organização busca com outros atores de mercado a disseminação da inovação e o quanto ela está atenta aos fatores externos para atuar com as mudanças de mercado.

O percentual de projetos desenvolvidos com clientes assegura o quanto as organizações estão atentas e abertas para ouvirem os clientes e adaptarem seus produtos. Este constructo se torna importante para verificar como as empresas se relacionam com seus clientes e como se forma o processo de comunicação.

Os projetos desenvolvidos com firmas privadas e outras empresas assinalam para a oportunidade de assimilação de inovações mercadológicas. Verificam-se neste campo como as organizações se relacionam com outras empresas, sejam do mesmo setor de atuação ou não.

Os fornecedores podem ser considerados como fontes de inovação para as organizações, neste campo. Identifica-se que determinadas organizações desenvolvem peças específicas do composto de inovação e, para proteção da inovação, aderem os fornecedores como parceiros para o desenvolvimento específico de peças.

Os desenvolvimentos realizados em conjunto com Universidades e centros tecnológicos merecem destaque na percepção de parceria das organizações. Os centros tecnológicos e universidades são consideradas fontes ilimitadas de conhecimento e merecem destaque pelos gestores organizacionais.

Sobre o percentual de investimentos realizados com a comercialização pioneira de inovação, pretende-se averiguar o comportamento das organizações para o lançamento de produtos novos ou substancialmente modificados para os mercados preteridos. Sabe-se que este nível de investimento deve ser considerado de risco e avaliativo da aceitação do produto para o mercado.

A quantidade de patentes concedidas e requeridas assinala o potencial criativo das organizações e sobre a necessidade de proteção das inovações advindas do corpo funcional das empresas.

O quadro 1 aborda a síntese de composição de indicadores e constructos avaliativos selecionado para este trabalho. Pretende-se diagnosticar a capacidade de inovação dos fabricantes de coletores solares com vistas a indicadores de inovação.

Quadro 1 – Composição de indicadores e fórmulas

Quesito	Base de Cálculo
<b>Atividade interna de inovação</b>	
Percentual de empregados envolvidos no processo de inovação	$(\text{Quantidade de colaboradores envolvidos no processo de inovação} \times 100) / \text{número de colaboradores da empresa}$
Percentual de empregados que possuem especialização	$(\text{Quantidade de colaboradores com especialização} \times 100) / \text{número de colaboradores da empresa}$
Percentual de empregados que possuem formação superior (Graduação)	$(\text{Quantidade de colaboradores em formação superior} \times 100) / \text{número de colaboradores da empresa}$
Percentual de empregados mestres e doutores	$(\text{Quantidade de mestres e doutores} \times 100) / \text{número de empregados}$
<b>Esforço inovativo</b>	
Percentual de faturamento investido em atividade de capacitação e treinamento	$(\text{Valor investido em treinamentos e capacitações} \times 100) / \text{faturamento}$
Percentual de faturamento investido pela empresa em atividade de P&D e inovação	$(\text{Valor investido em P\&D} \times 100) / \text{faturamento}$
Percentual de investimento realizado em aquisição de máquinas e equipamentos	$(\text{Valor investido em aquisição de máquinas e equipamentos} \times 100) / \text{faturamento}$
Percentual do faturamento investido em tecnologia da informação	$(\text{Valor investido na compra de tecnologia incorporada} \times 100) / \text{faturamento}$
Percentual total de investimento realizado com atividades de aprendizagem	$(\text{Valor investido em atividades de aprendizagem} \times 100) / \text{faturamento}$
Percentual de empregados que receberam apoio financeiro da empresa para a formação acadêmica	Número de funcionários que receberam apoio sobre o número total de empregados
Percentual de faturamento investido em licenças de tecnologias	$(\text{Valor investido na compra de tecnologia} \times 100) / \text{faturamento}$
<b>Fontes de inovação</b>	
Número total de parceiros em projetos de inovação	Quantidade de parceiros ativos em projetos de inovação
Percentual de projetos desenvolvidos com Clientes	$(\text{Número total de projetos de P\&D em parcerias com clientes} \times 100) / \text{número total de projetos de P\&D}$
Percentual de projetos desenvolvidos com firmas privadas	$(\text{Número total de projetos de P\&D em parcerias com firmas privadas} \times 100) / \text{número total de projetos de P\&D}$
Percentual de projetos desenvolvidos com Fornecedores	$(\text{Número total de projetos de P\&D em parcerias com fornecedores} \times 100) / \text{número total de projetos de P\&D}$
Percentual de projetos desenvolvidos com universidades	$(\text{Número total de projetos de P\&D em parcerias com universidades} \times 100) / \text{número total de projetos de P\&D}$
<b>Impactos da inovação</b>	
Percentual de investimento realizado com a comercialização pioneira	$(\text{Valor investido em comercialização pioneira de inovações} \times 100) / \text{faturamento}$
<b>Inovações operacionais</b>	
Número de patentes concedidas	Quantidade de patentes concedidas pela empresa
Número de patentes solicitadas	Quantidade de patentes solicitadas pela empresa
Percentual de investimento realizado com registro de patentes	$(\text{Valor investido em registro de patentes} \times 100) / \text{faturamento}$

Fonte: Adaptado de Ziviani (2012); Bes e Kotler(2011) e Tidd, Bessant e Pavitt (2008)



## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para concretizar a avaliação dos indicadores de inovação dos fabricantes nacionais de coletores solares, realizou-se uma pesquisa quantitativa, método *survey*, que foi aplicado a 40 fabricantes distribuídas em território nacional, porém, devido ao fator tempo de coleta de dados e especificidades dos questionamentos, foi possível coletar 20 questionários com respostas confiáveis, o que representa 50% do universo tratado. A seleção das empresas para o desenvolvimento deste trabalho passa pela validação cadastral na Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA.

Os procedimentos metodológicos adotados para este desenvolvimento passam pela pesquisa descritiva estruturada a partir da necessidade de identificar as características das fabricantes, em um corte transversal e temporal e fatores que proporcionaram um panorama dos elementos administrativos em um intervalo de tempo.

Adota-se o método de coleta baseado no *survey*, de envio de questionário para todas as empresas diagnosticadas como fabricantes e que possuem certificação atestada pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL.

Como parte integrante do desenvolvimento, mantendo o sigilo ético da identificação das empresas respondentes, foi utilizado um critério de nomenclatura. Desta forma pode-se desenvolver a análise dos resultados, traçar perfis comparativos de desempenho sem expor os respondentes, respeitando a integridade de identificação.

### *Caracterização do setor*

Como abordado anteriormente, a ABRAVA trabalha em conjunto com o Governo Federal, inclusive na emissão do selo de certificação que assegura o nível de eficiência energética dos coletores – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, gerenciado pela Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRAS. Tratando-se de um selo de garantia de fabricação dos coletores conforme normas internacionais.

Atualmente são registradas 40 fabricantes de coletores solares no território nacional, destas 55% estão localizadas no Estado de São Paulo, 35% em Minas Gerais, 5% em Santa Catarina e 5% em Goiás.

Quando se verifica o tempo de atuação e registro de mercado, 50% dos fabricantes possuem entre 10 e 20 anos, 25% possuem atividade de fabricante com menos de 10 anos e 25% com mais de 20 anos de operação.

Sobre a constituição de capital nacional, 95% declaram possuir apenas capital nacional na constituição de capital controlador, sendo que apenas uma empresa apresenta quadro de capital misto, nacional e estrangeiro.

Percebe-se que as empresas respondentes apresentam informações relevantes quanto à contratação de capital pessoal para trabalho, tanto empregados próprios quanto terceirizados, apresentando evolução de aproximadamente 21,23% no período de 2011 a 2013.

Sobre o porte de contratação das fabricantes, tem-se que 15% declaram possuir até 20 funcionários contratados, 60% dos respondentes possuem entre 21 a 99 funcionários, 25% possuem quantidade superior a 100 funcionários. Este dado revela a concentração de empresa de médio porte.

## APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Sobre a composição de indicadores de atividade inovativa, as empresas foram questionadas sobre a quantidade de funcionários envolvidos diretamente com a atividade direta de inovação, a média de sete funcionários por empresa envolvidos. Diante dos resultados aferidos quatro empresas localizadas em São Paulo possuem quantidade igual ou superior à média. Ainda sobre este indicador, 65% assinalam possuir de 1 a 9 trabalhadores envolvidos e 25% assinalam possuir quantidade superior a 10% dos funcionários envolvidos diretamente na atividade de inovação organizacional.

Sobre os valores de dispêndios financeiros aplicados em atividade de aprendizagem e inovação tem-se como resultado de 45% de investimento em aquisição de máquinas e equipamentos da linha de produção, 30% de destaque para as ações de aprendizagem e qualificação de pessoal, 14% de investimento em atividades de P&D, 7% em comercialização pioneira de inovações, que seria a forma de apresentação da inovação para o mercado consumidor, 3% em aquisição de computadores e materiais de informática, e 1% em registro e solicitações de patentes.

Sobre o processo de qualificação acadêmica dos funcionários contratados, observa-se que poucos funcionários são qualificados academicamente com o título de mestre ou doutor, do total de 1828 trabalhadores declarados entre próprios e terceirizados, apenas 13 possuem título de mestre ou doutor. Sobre a mesma quantidade de trabalhadores contratados 270 possuem qualificação de técnico e 96 possuem graduação universitária completa ou incompleta.

O índice de participação de mercado com lançamento de novos produtos é assinalado positivamente por 74% dos respondentes, sendo que 26% das empresas declararam atuar no mercado de forma tradicional, sem atuar no lançamento de produtos inovadores. 95% das empresas relataram desenvolver processos de melhorias dos produtos comercializados, porém, estas melhorias não devem ser consideradas necessariamente como inovações.

Sobre a forma de atuação de mercado, os respondentes foram questionados sobre o grau de importância entre atuar com preço, qualidade do produto, distribuição, lançamento de inovações e exportar. Teve-se destaque dividido entre as questões de precificação e distribuição dos produtos e o tópico com menor expressão foi o de exportar os produtos fabricados. Desta forma, entende-se a regionalização dos fabricantes e a necessidade de atendimento a uma demanda que se apresenta latente.

Os fatores considerados motivacionais para que os empresários realizassem investimentos no período de 2011 a 2013 apresenta como destaque o aumento da produtividade, seguido por lançamento de inovações, redução de preços e melhoria de distribuição. Este comportamento assinala para a atenção que os empresários estão destinando para atender a demanda regional.

Sobre as fontes de inovação destacam-se os investimentos realizados para novos desenvolvimentos realizados com firmas privadas, na preferência das empresas que atinge o patamar de 71%, em seguida as parcerias com universidades e centros universitários, totalizando 22% de aceitabilidade.

Sobre a apuração dos impactos da inovação têm-se como destaque o interesse das fabricantes em cooperar em parcerias com as concessionárias de energia elétrica, considerado elevadíssimo.

Para representar a aplicabilidade do composto de indicadores de inovação foram selecionadas três empresas, aleatoriamente, e apurado os resultados da aplicação do questionário, tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo de indicadores entre empresas avaliadas

Quesito	Un.	A1	B7	D1
Percentual de empregados envolvidos no processo de inovação	%	16,22	5,36	1,79
Percentual de empregados que possuem especialização	%	5,41	3,57	-
Percentual de empregados que possuem formação superior (Graduação)	%	37,84	7,14	89,29
Percentual de empregados mestres e doutores	%	2,7	1,79	-
Percentual de faturamento investido em atividade de capacitação e treinamento	%	0,67	0,13	0,1
Percentual de faturamento investido pela empresa em atividade de P&D e inovação	%	6,67	5	0,7
Percentual de investimento realizado em aquisição de máquinas e equipamentos	%	4	6	0,5
Percentual do faturamento investido em tecnologia da informação	%	0,67	0,17	0,2
Percentual total de investimento realizado com atividades de aprendizagem	%	2,67	10,67	0,8
Percentual de empregados que receberam apoio financeiro da empresa para a formação acadêmica	%	0,14	-	0,54
Percentual de faturamento investido em licenças de tecnologias	%	0,4	0,5	-
Número total de parceiros em projetos de inovação	UN.		2	
Percentual de projetos desenvolvidos com Clientes	%	-	0	-
Percentual de projetos desenvolvidos com firmas privadas	%	-	0	-
Percentual de projetos desenvolvidos com Fornecedores	%	-	50	-
Percentual de projetos desenvolvidos com universidades	%	-	50	-
Percentual de investimento realizado com a comercialização pioneira	%	1,33	0,67	-
Número de patentes concedidas	UN.	7	1	0
Número de patentes solicitadas	UN.	3	1	0
Percentual de investimento realizado com registro de patentes	%	0,67	0,27	-

Fonte: dados da pesquisa

Sobre os resultados apurados percebe-se que os indicadores de atividade interna em análise ao setor analisado, a empresa que apresenta maior porcentagem de empregados envolvidos com atividades do processo de inovação é a D1 com 16,22% de participação. A empresa B7 apresenta participação de 5,36% e a empresa D1 com 1,79%. Este indicador pode assinalar o comprometimento do corpo gestor e dos funcionários em estarem atualizados e envolvidos com processos de melhorias e inovação dos produtos ofertados no mercado.

Sobre o percentual de empregados com especialização a empresa que apresenta melhor percentual é a A1 com 5,41% e a empresa B7 apresenta 3,57%. Neste tópico a empresa D1 não registrou a informação. Desta forma, apura-se que a empresa A1 apresenta, em seu quadro de trabalhadores, um percentual de pessoas especializadas para lidar com inovações.

Sobre a qualificação acadêmica sob a ótica de graduação, a empresa que apresenta maior percentual é a D1 com 89,29% do efetivo que possui formação superior, a empresa A1 apresenta 37,84%, e a B7 com 1,79%. Percebe-se a empresa D1 possui expressivo potencial de qualificação acadêmica dos profissionais contratados. Este fator pode ser considerado relevante para adoção e incorporação de inovações tecnológicas. Sabe-se que os profissionais com qualificação assumem maior potencial de contribuição para as ações de criatividade das organizações.

O percentual de trabalhadores que possuem doutorado ou mestrado é registrado em 2,7% para a empresa A1, seguida por 1,79 para a empresa. A empresa D1 não registra esta informação. Estas porcentagens sinalizam para a baixa quantidade de profissionais que possuem pós-graduação agregado ao quadro funcional das organizações. Este indicador pode assinalar o baixo grau de investimentos na qualificação acadêmica dos trabalhadores.

Entende-se que o trabalhador com mestrado ou doutorado ou, quanto maior seu nível de graduação, maior será o potencial deste trabalhador em contribuir para a absorção ou implementações de inovações ao setor.

Sobre os indicadores de esforço de inovação, o questionamento sobre o percentual de faturamento investido em atividade de capacitação e treinamento apresenta a empresa A1 com maior percentual, 0,67% do faturamento, seguidos pela empresa B7 com 0,13% e D1 com 0,10%. Entende-se que estes níveis de investimentos são considerados relativamente baixos para aferir qualidade e quantidade no processo de capacitação e treinamento dos profissionais contratados.

Sobre o percentual de faturamento investido em atividades de P&D, registra-se que a empresa A1 apresenta 6,67% de investimento e a empresa B7 relata 5% estes níveis de investimentos. Assinalam uma tendência das organizações em desenvolver ações de criatividade e conhecimento para potencializar suas condições de competitividade regional.

Sobre os percentuais investidos em aquisição de máquinas e equipamentos temos como destaque a empresa B7 com 6% seguido pela empresa A1 com 4%. Neste tópico temos as duas organizações como as que mais realizam investimentos para manter o setor fabril em condições de atuar face às inovações propostas para atender as demandas do mercado.

O campo de tecnologia da informação, aquisição de computadores e equipamentos de informática, as empresas selecionadas apresentam condições similares de investimento, com breve destaque para a empresa A1 com 0,67% de investimento sobre o faturamento bruto. Este indicador sinaliza o quanto as organizações estão atentas e investindo para manter seus equipamentos de informática atualizados com o que é praticado pelo mercado.

Sobre o montante investido em atividades de aprendizagem temos como destaque a empresa B7 com 10,67% do faturamento informado. Esta informação é relevante para pontuar como as organizações estão disponibilizando e facilitando o acesso de qualificação que proporcione o aprendizado para os colaboradores contratados. Entende-se que o conhecimento e a aprendizagem são fatores que geram condições de modificar a cultura organizacional e acender potenciais de competitividade.

O percentual de colaboradores que recebem incentivos financeiros para a qualificação e formação acadêmica apresenta a empresa D1 como destaque entre as selecionadas para este comparativo com 0,54%. Este indicador acena para uma preocupação da gerência para o aperfeiçoamento do quadro funcional capaz de lidar com as inovações e as alterações propostas pelas mudanças de mercado.

Sobre os níveis percentuais de investimentos realizados em aquisição de licenças de tecnologia, temos que a empresa A1 realiza 0,40% e a empresa B7 0,50%, estes valores são considerados tímidos face o montante de faturamento bruto empresarial informado.

Sobre os indicadores de fontes de inovação temos uma breve análise dos parceiros que contribuem para projetos de inovação das organizações. Dentre as empresas selecionadas apenas a B7 apresenta duas parcerias firmadas, sendo uma realizada com fornecedores e outra com Universidades e centros tecnológicos. Este indicador revela a baixa relação que as empresas possuem com parceiros de atuação de mercado.

O indicador de impacto da inovação revela que sob a ótica de comercialização pioneira de inovação a empresa A1 relata ter investido 1,33% do faturamento e a empresa B7 com 0,67%. Valores que representam o quanto as empresas estão dispostas a divulgar e apresentar suas inovações para o mercado.

Sobre os indicadores de inovações operacionais, que trará especificamente de registro de patentes, temos a empresa A1 com maior representatividade sobre a quantidade de patentes registradas somando sete, seguidas pela empresa B7 com um registro cada. A empresa D1 não relata ter registrado patentes para o período.

Quanto às patentes solicitadas a empresa A1 segue em destaque com três solicitações requeridas, e a empresa B7 com uma. O registro de patentes demonstra o sistema de proteção da inovação, assim como o comportamento inovador da empresa.

Sobre o percentual do faturamento investido com os registros de patentes temos a empresa A1 com 0,67% e B7 com 0,27% do faturamento investido. Estes valores denotam o quanto as organizações estão dispostas a investir financeiramente para proteger suas inovações face o mercado atuante.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é parte integrante do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento desenvolvido pela Companhia Energética do Estado de Minas Gerais – CEMG, sob a supervisão da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, código PD-4950-0438/2011, que trata do desenvolvimento de novos coletores solares para sistemas de condicionamento de ar e refrigeração.

A avaliação da capacidade inovativa dos fabricantes de coletores solares teve como base de elaboração os indicadores de inovação aferidos pela PINTEC (2013), fez-se uma ampla pesquisa bibliográfica para atualização de conceitos e referências acerca do tema proposto.

Dentre os objetivos traçados para este desenvolvimento tem-se como objetivo geral a análise de inovação dos fabricantes nacionais de coletores solares, a partir da utilização de um conjunto de indicadores de inovação.

É possível estabelecer algumas conclusões acerca desta investigação, onde se identifica que existe uma considerável concentração dos fabricantes no Estado de São Paulo e Minas Gerais, e que 50% das empresas fabricantes possuem idade média entre 10 e 20 anos.

Sobre a composição jurídica das fabricantes, identificou-se que 95% possui fonte de capital nacional, este indicador assinala para o potencial interno de investimento.

Quanto a composição do quadro de trabalhadores, aponta-se para a evolução crescente de contratação nos últimos anos, sendo que é possível identificar pequena parcela de trabalhadores terceirizados. Diante dos dados identificados, percebe-se que as grandes

empresas localizadas no estado de São Paulo são as que mais possuem trabalhadores contratados.

Diante do quadro geral de trabalhadores contratados, é tímida a quantidade de funcionários envolvidos com as atividades internas de inovações nas organizações, e este cenário pode ser alterado por parte dos gestores administrativos para potencializar novas fontes de inovação e melhorar a capacidade interna criativa.

Os indicadores de inovação selecionados para este desenvolvimento foram elencados em atividade interna de inovação, esforço inovativo, fontes de inovação, impacto da inovação e inovações operacionais.

Sobre os valores financeiros investidos em atividades de aprendizado e inovação, duas organizações assumem destaque em investimentos em atividades de P&D, aquisição de máquinas e equipamentos, aquisição de licenças, comercialização pioneira, registro de patentes e o valor total investido em aprendizagem. É possível verificar que nas análises de outros indicadores, estas empresas apresentam destaque positivo, dentro de um contexto, se apresentando como líderes em seu segmento.

Sobre o nível de investimento identificado pelas fabricantes nos trabalhadores, com incentivos para a qualificação profissional, chama-se a atenção para quatro fabricantes que declaram quantidades superiores a trinta trabalhadores em processo de incentivo. Fator que pode ser considerado como positivo para a formação de profissionais qualificados e com condições técnicas para contribuir para a capacidade inovativa organizacional.

O nível de qualificação acadêmica dos trabalhadores contratados pelas fabricantes apresenta um bom indicador para os campos de graduação e especialização, porém se apresenta deficitário quanto à formação de mestres e doutores. Este indicador deve ser observado com mais enfoque por parte dos gestores, pois, entende-se que profissionais efetivos com formação acadêmica de mestre e doutores possuem condições de contribuir para o processo inovativo por possuir maiores expertise no desenvolvimento de pesquisas.

Entre os fatores motivacionais apresentados, apura-se com destaque a necessidade de produção com qualidade e às inovações proporcionadas para a fabricação dos coletores solares, porém o campo de diversidade foi o que apresentou menor grau de importância dos fabricantes. Este cenário aponta para a possibilidade dos fabricantes estarem atentos à linha de produção, porém dispersos a diversificação de produtos para atender ao mercado.

Sobre o potencial de investimentos realizados em atividade de inovação, chama-se a atenção para os valores informados em aquisições de máquinas e equipamentos, com valor informado pelo grupo de fabricantes de R\$ 6.571.000,00. Praticamente todas as empresas respondentes relataram estarem fazendo investimentos neste quesito.

Outro fator relevante neste questionamento refere-se a investimentos realizados em consultoria realizada por centros tecnológicos e universidades, caracterizando-se como o de menor expressão na destinação de verbas dos empresários.

Observa-se que 74% das empresas fabricantes relataram participar ativamente no mercado com o lançamento de novos produtos e 96% declararam possuir projetos de melhorias para lançamento de produtos. Estes indicadores assinalam o quanto as organizações estão se movimentando para acompanhar as inovações lançadas no mercado.

Sobre o posicionamento de produto no mercado, chama-se a atenção para o baixo grau de importância que os gestores organizacionais aferem para a exportação de seus produtos. Este indicador assinala para a tendência de as fabricantes atenderem ao mercado interno e que as organizações estão atentas ao atendimento das demandas regionais. Neste quesito o indicador

que teve maior potencial de atenção está relacionado ao aumento de produtividade.

No processo de classificatório de quatro empresas selecionadas, chama-se a atenção para a empresa A1, que apresenta melhor composto de indicadores de capacidade inovativa.

O comportamento de verificação dos indicadores e seus constructos se apresentaram de forma satisfatória durante a realização desse trabalho, porém chama-se a atenção para a necessidade e possibilidades de novas aplicações e novos estudos acerca do tema proposto.

O objetivo geral de análise de inovação dos fabricantes nacionais de coletores solares, a partir da utilização de um conjunto de indicadores de inovação, foi desenvolvido com êxito, porém com algumas restrições e aprofundamentos que foram limitados pela quantidade de questionários respondidos.

A realização deste trabalho possibilita selecionar quatro fabricantes com resultados satisfatórios da conjunção de indicadores de inovação, credenciando a um cenário favorável de capacidade inovativa.

Tendo em vista as deficiências apresentadas pelas empresas e constatadas nos resultados da pesquisa, recomenda-se a realização de novos estudos de diagnóstico mais detalhado para evidenciar as fragilidades que esses fabricantes possam apresentar em relação à capacidade inovativa.

Este diagnóstico poderá orientar e estimular agentes do setor elétrico que tenham interesse no desenvolvimento de produto inovador, em parceria com essas empresas, a constituírem programas que objetivem a capacitação e o desenvolvimento de capacidade absorptiva dessas empresas.

De outra forma, faz-se importante destacar as limitações para a realização desta pesquisa. Iniciando-se pelo baixo percentual de empresas que responderam ao questionário utilizando-se da plataforma eletrônica *on line*. Assim, acarretou a necessidade de se buscar a aplicação desse instrumento de pesquisa, presencialmente, o que foi conseguido pela participação no 2º CB Sol Congresso Brasileiro de Aquecimento Solar, realizado em São Paulo, no período 26 a 28 de agosto de 2014, contando com a presença de diversas empresas, objetos desta pesquisa.

Outra limitação desta pesquisa remete à quantidade final de respondentes. 50% do total, que poderiam sinalizar uma amostragem satisfatória, mas dado que o número absoluto desta amostragem representa 20 empresas, há limitações para a realização de análises quantitativas mais profundas. Sendo que foi necessário o estabelecimento de correlações entre os diversos construtos avaliados e, que permitam determinar o sentido das relações entre as componentes da capacidade inovativa envolvidas no estudo, além de outros cálculos estatísticos que requeiram um maior volume de dados, haja vista a possibilidade de perda de informações. Muito embora o percentual de respondentes tenha sido elevado, na teoria estatística, quanto maior o número de questões abordadas, maior deverá ser o tamanho da amostra o que, neste caso, limita a realização de uma técnica estatística mais robusta, como modelos de equações estruturais. Esta condição foi agravada também pela premência do tempo para a efetivação da pesquisa.

Dessa forma, recomenda-se para futuras pesquisas envolvendo este mesmo setor, que sejam implementadas estratégias que estimulem a participação e envolvimento de uma maior gama de empresas, se possível, contemplando todo o universo. Para tal, a disponibilização de um prazo mais dilatado para se obter as respostas aliado a uma programação de visitas às empresas poderão facilitar o alcance deste objetivo.

Finalmente, há de se destacar a percepção clara de que há interesse dos fabricantes de coletores solares, foco desta pesquisa, em se aproximarem das empresas do setor elétrico para

o estabelecimento de parcerias com vistas à implantação e desenvolvimento de produtos e tecnologias inovadoras, conforme referendado nas respostas obtidas ao questionamento da capacidade inovativa. Sobre esta cooperação que representou um resultado de 87,4% favoráveis, sinaliza a abertura de um canal de relacionamento que fortalece a perspectiva da concessionária de energia elétrica em viabilizar seus projetos de P&D junto aos fabricantes nacionais de coletores solares.

O desenvolvimento deste projeto possibilitou a revisão da literatura de dois conceitos de enfoque na sociedade atual, sendo a capacidade inovativa e indicadores de inovação. Os conceitos foram abordados com o que se tem de maior referência de conhecimento e atuação acadêmica e mercadológica.

A elaboração possibilitou uma nova observação sobre as empresas fabricantes de coletores solares e como estes fabricantes se comportam diante da proposta de indicadores de inovação. Com os resultados aferidos torna-se possível o desenvolvimento futuro de novas análises e estudos de casos, podendo ser atribuídos para outras organizações do segmento.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento– ABRAVA – Disponível em <http://www.abrava.com.br/associados>; Acesso em Dez. de 2013.

Bes, F. T. de; Kotler, P. **A bíblia da inovação**: princípios fundamentais para levar a cultura da inovação contínua às organizações. São Paulo: Leya, 2011.

Davila, Tony; Epstein, Marc J.; Shelton, Robert D.; Rubernich, Raul. **As regras da inovação**: como gerenciar, como medir e como lucrar. Porto Alegre: Bookman, 2007

EIA. *U.S. Energy Information Administration*. Disponível em: <[http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=renewable\\_home](http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=renewable_home)>. Acesso em: 14 set. 2013.

Neely, Andy; Hii, Jasper. **The Innovative Capacity of Firms**. Report commissioned by the Government Office for the East of England. Cambridge: University of Cambridge, 1999.

Rocha, Elisa M. P.; **Indicadores de Inovação**: uma proposta a partir da perspectiva da informação e do conhecimento. Belo Horizonte: Escola de Ciência da Informação/UFMG, 2003

Sbragia, Roberto (Coord.), Andreassi, Milton de Abreu Campanário Tales. **Inovação**: Como vencer esse desafio empresarial. São Paulo: Clio, 2006.

Senger, P. M. **A quinta disciplina**: Arte e prática da organização que aprende. 25. Ed. Rio de Janeiro: Best Seller, 2009.

Tidd, J.; Bessant, J.; Pavitt, K. *Gestão da inovação*. Trad. Elizamari Rodrigues Becker *et al.*. 3ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

Tigre, Paulo Bastos. **Gestão da Inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 2006

Ziviani, Fabrício, **A dinâmica de conhecimento e inovação no setor elétrico brasileiro**: proposta de um conjunto de indicadores gerenciais, Tese, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação: Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, Belo Horizonte. 2012

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Diretoria de Educação Continuada, Pesquisa e Extensão do Centro Universitário UNA e à Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, em especial ao gerente do Projeto de P&D - “Desenvolvimento de novos coletores solares para sistemas de condicionamento de ar e refrigeração”, com o código PD-4950-0438/2011 do programa CEMIG-UNA-ANEEL, Sr. Matheus de Mendonça Herzog, por dedicar momentos preciosos na apreciação do projeto, e a Professora Elizabeth Duarte, Coordenadora do Projeto, por contribuir de forma incisiva na busca de contato com os fabricantes de coletores solares.