

REDES DE INOVAÇÃO E A DIFUSÃO DA TECNOLOGIA SOLAR NO BRASIL

Maria Carolina Conejero

Mestre em Administração de Empresas pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA/USP

Docente do Centro Universitário Hermínio Ometto – UNIARARAS

mcconejero@usp.br (Brasil)

Rogério Cerávolo Calia

Doutor em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas – FGV

Professor da Universidade de São Paulo – USP

calia@usp.br (Brasil)

Antonio Carlos Aidar Sauaia

Doutor em Administração de Empresas pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA/USP

Professor Livre-docente da Universidade de São Paulo – USP

asauaia@usp.br (Brasil)

Resumo

Este estudo tem como objetivo responder ao seguinte problema central de pesquisa: de que forma a gestão de relacionamentos em redes interorganizacionais da Soletrol favoreceu a criação de processos inovativos para o desenvolvimento de aquecedores solares de água como proposta de substituição ao chuveiro elétrico? Trata-se de uma pesquisa descritiva e qualitativa, por meio de um estudo de caso. O profissional-chave da Soletrol foi entrevistado para identificar e descrever as estruturas de relacionamentos interorganizacionais que resultaram em uma contribuição inovativa para a sustentabilidade ambiental. O estudo mostra os impactos ambientais da energia elétrica no Brasil, enfatizando que a redução do uso do chuveiro elétrico pode ajudar a amenizar os problemas na rede de distribuição de energia, causados pela sobrecarga deste sistema nos horários de pico, trazendo uma revisão da literatura acadêmica sobre a inovação tecnológica ambiental e as redes de inovação. Por fim, mostra a importância da gestão de relacionamentos interorganizacionais para o desenvolvimento de um produto sustentável com uso da tecnologia solar no Brasil.

Palavras-chave: Gestão da inovação; Sustentabilidade; Redes de inovação; Difusão tecnológica, Energia solar.

This is an Open Access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as questões de eficiência de consumo energético, diminuição de emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e reciclagem são vistas como elementos críticos a serem abordados no processo de inovação organizacional. E o desafio da mitigação das mudanças climáticas demanda capacidades organizacionais para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, processos produtivos limpos e processos de inovação tecnológica. A criação de medidas alternativas sustentáveis é necessária principalmente por parte das empresas que atuam no mercado de forma responsável ambientalmente, com o objetivo de adaptar as atividades humanas no âmbito da geração de energia, criando uma possibilidade de ampliação do uso de energia renovável.

Para Hobsbawn (1979), a Revolução Industrial representou a transformação mais radical na vida humana, devido à introdução das máquinas nas operações produtivas. No entanto, este desenvolvimento também trouxe consequências negativas para o meio ambiente.

Atualmente são mais claras as evidências que confirmam a ocorrência do aquecimento global, conforme observações do aumento da temperatura da atmosfera e do oceano globais, do descongelamento amplo dos glaciais e do aumento dos níveis médios do mar globalmente (IPCC, 2012). Em decorrência do aquecimento global, provavelmente aumentará a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos como ondas de calor, ciclones tropicais, enchentes e secas (IPCC, 2012).

Segundo o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2011), desde a era pré-industrial houve um aumento acentuado das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, principalmente de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFCs), clorofluorcarbonos (CFCs), perfluorcarbonos (PFCs), ozônio (O_3) e o gás hexafluorsulfúrico (SF_6). As fontes predominantes do aumento dos gases de efeito estufa (GEEs) são provenientes do uso de combustíveis fósseis em processos industriais, geração de energia e transporte, desmatamento, expansão urbana e agricultura.

O impacto do aquecimento global na economia mundial foi quantificado a pedido do governo da Grã-Bretanha. Num cenário de emissões de gases de efeito estufa (GEEs) com crescimento no ritmo atual (cenário “*business as usual*”), o aquecimento global causará perdas de 5 a 20% do PIB mundial, enquanto que os investimentos necessários para minimizar estes custos e riscos serão equivalentes a 1 a 2% do PIB mundial, desde que tais investimentos de mitigação do aquecimento global iniciem imediatamente, devendo ser destinados a setores estratégicos como energia, transportes, construção e agricultura (STERN, 2007).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2013) estimou que serão necessários cerca de US\$ 1,3 trilhão por ano para transformar a economia mundial em uma economia verde, com baixos níveis de poluição ambiental e de consumo de recursos naturais.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2011) relatou que políticas de promoção da melhoria da eficiência energética precisam ser estimuladas para uma aplicabilidade a nível mundial, com a finalidade de resultarem na mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEEs). E a mitigação do aquecimento global é a mudança e substituição tecnológica que reduz a entrada (*input*) de recursos e as emissões por unidade de saída (*output*). Para isso, a mitigação visa à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e ao aumento da captura de gases de efeito estufa (GEEs) (IPCC, 2011).

Segundo Gritsevskyi e Nakicenovic (2002), tecnologias de P&D são importantes para alterar as tendências de emissão de gases de efeito estufa (GEEs). Na ausência de medidas de incentivo ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e na falta de incentivos para sua implantação, as direções dos departamentos de P&D das organizações irão influenciar globalmente as emissões dos gases de efeito estufa (GEEs). A difusão de tecnologias sustentáveis determinará a longo prazo o desenvolvimento do sistema energético global, bem como as taxas de emissões na atmosfera.

A fraca sustentabilidade ambiental da economia causou não apenas prejuízos financeiros, mas também impactos negativos para a saúde humana. A Organização Mundial da Saúde (World Health Organization, 2013) estima que 25% das mortes e doenças no mundo são relacionados aos riscos ambientais como água contaminada, condições sanitárias precárias e eliminação de resíduos, poluição atmosférica urbana, intoxicações não intencionais e alterações climáticas. E a Organização das Nações Unidas (ONU, 2013) alertou sobre a possibilidade de as enfermidades aumentarem em pelo menos 50% até 2030, principalmente em países como a África, o Oriente Médio e o Sudeste da Ásia.

A perspectiva das organizações em rede visa a obter economias de custos de coordenação e aumentar a flexibilidade das organizações interligadas, e tais atributos proporcionam vantagens operacionais em ambientes incertos e complexos (MOTTA e VASCONCELOS, 2004). Existem evidências empíricas de que competências para a gestão de relacionamentos em redes contam com significativo impacto no sucesso de inovação de uma empresa (RITTER e GEMÜNDEN, 2004).

Dentro deste contexto, este estudo tem como objetivo responder ao seguinte problema central de pesquisa: de que forma a gestão de relacionamentos em redes interorganizacionais da Soletrol favoreceu a criação de processos inovativos para o desenvolvimento de produtos com eficiência energética? Trata-se dos aquecedores solares de água que utilizam a tecnologia solar como forma de aquecimento, trazendo uma proposta de substituição ao chuveiro elétrico.

2. IMPACTO AMBIENTAL DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2011) divulgou que houve um acréscimo da capacidade instalada ao sistema de geração de energia elétrica no Brasil de 4.735,10 megawatts (MW). O país encerrou 2011 com 117.134,72 MW de potência instalada, distribuída em 2.608 empreendimentos. Em 2011, A ANEEL mediu a duração equivalente de interrupção por unidade consumidora (DEC), um indicador que mede o tempo que o consumidor ficou sem energia no Brasil. O DEC apurado em 2011 foi de 18,40, significando que o brasileiro ficou em média 18 horas e 24 minutos sem energia durante o ano, ultrapassando o limite de 16,23 estabelecido pela ANEEL por meio da Resolução Normativa nº 424/2010.

Segundo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL, 2007), sabe-se que o chuveiro elétrico é o equipamento com maior participação no consumo de energia elétrica no Brasil, representando um percentual de 26% a 28%, principalmente nas regiões sudeste e centro-oeste. No Brasil, cerca de 7% da energia elétrica gerada é voltada exclusivamente para aquecer água de banho, sendo que no horário de pico (18 e 21 horas), o valor total gasto de energia com banho ultrapassa o percentual de 25% de participação no consumo de energia elétrica.

3. REDES DE INOVAÇÃO

Schumpeter (1950) afirma que o processo de inovação é conduzido pelo empresário inovador, principal agente de mudanças na economia capitalista. Para Sambiasi et al. (2013), a inovação agrega valor aos produtos de uma empresa, diferenciando-a, permitindo que acesse novos conhecimentos, novos mercados, aumente suas receitas, realizem novas parcerias e, por fim, aumentem valor de suas marcas.

Para Rothwell (1994), o modelo de redes enfatiza a capacidade das organizações inovadoras para gerenciar os relacionamentos no ambiente interno e externo com diversos atores envolvidos, como universidades, fornecedores, clientes, governo, banco e outros. Segundo Amato Neto (2000), a cooperação interempresas visa a atender a vários objetivos, inclusive a combinar competências, compartilhar know-how, dividir custos de pesquisas tecnológicas e minimizar riscos. Os fatores determinantes nas formações de redes são diferenciação, interdependência e flexibilidade.

Ahuja (2000) estudou como as redes afetam a inovação, constatando que as redes fechadas são redes com relacionamentos de compromisso de longo prazo entre os agentes, sendo propícias para a criação de um ambiente colaborativo e para a superação do oportunismo. Por outro lado, as redes abertas ou com buracos estruturais são redes de contatos com diversos parceiros, que não interagem entre si, facilitando a obtenção de acesso a fluxo de informações. No entanto, estes buracos estruturais podem dificultar a inovação uma vez que prejudicam a relação de confiança entre os agentes parceiros.

Carvalho e Tálamo (2010) relatam que a estruturação na forma de redes traz resultados efetivos às empresas integrantes, dotando-as de competitividade e flexibilidade frente aos desafios de mercado. Porém, esta estruturação exige amadurecimento tanto da rede de cooperação quanto dos próprios empresários que a integram, a fim de superarem suas próprias dificuldades culturais, evitando barreiras ao aprendizado e ao perfil sinérgico.

Zeng, Xie e Tam (2010) analisam que a complexidade do processo de inovação leva a um crescimento de redes por parte das empresas através de relacionamentos interorganizacionais, cooperação entre instituições intermediárias, cooperação com organizações de pesquisa e cooperações que tenham significado agregado sobre o impacto das inovações organizacionais.

Segundo Bommel (2011), os fatores utilizados para a determinação de poder de inovação da empresa focal estão baseados em orientação externa e transparência, cooperação entre os departamentos, aprendizagem e adaptação, liderança, autonomia e possibilidade de experimentação. As redes de cooperação são baseadas em confiança, reputação, programas conjuntos e troca de informações.

E em um ambiente extremamente competitivo, as organizações querem conquistar cada vez mais mercados com produtos diferenciados que atendam aos consumidores e, simultaneamente, alcançar vantagens competitivas sustentáveis (CLARK e WHEELWRIGHT, 1993). E Ayuso et al. (2006) são taxativos ao afirmar que “o desenvolvimento sustentável não acontecerá sem inovação”.

4. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA RUMO A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

4.1 O Caso de Sucesso da Soletrol

A Soletrol foi fundada pelo empresário Luís Augusto Ferrari Mazzon, em 1981, com sede própria em área de 20 mil metros quadrados na cidade de São Manuel, interior do Estado de São Paulo.

A empresa atualmente é considerada a maior fabricante de aquecedores solares de água das Américas, sendo líder de mercado devido aos seus investimentos em inovações tecnológicas.

A Soletrol atua no mercado nacional através de revendedores com estrutura de treinamento para comercialização, instalação e assistência técnica para as suas linhas de produtos, e também no mercado internacional exportando suas linhas de produtos para diversos países da América Latina e Europa.

A busca por inovações tecnológicas é o foco de liderança de mercado da Soletrol, uma vez que a empresa desenvolve e aperfeiçoa produtos, além de ofertar solução diferenciada sob encomenda de forma flexível e personalizada. A inovação é responsável pelo seu desenvolvimento organizacional sustentável, sendo que os recursos financeiros na ordem de 2,5% do faturamento bruto anual são uma alavanca para nortear ações de P&D.

O uso do aquecimento solar em indústrias está em crescimento no mercado brasileiro, devido à versatilidade dos produtos e à economia de até 90% de energia elétrica. O uso recorrente é em vestiários de fábricas devido ao volume de chuveiros elétricos ligados nos períodos de troca de turnos. A Soletrol utiliza nos projetos industriais reservatórios de inox com capacidade para grandes volumes de água quente e coletores planos de cobre ou alumínio, pintados com tinta escura especial ou com superfície seletiva com óxido de titânio e tinta azul, substâncias consideradas adequadas para altas temperaturas.

As principais linhas de produtos da Soletrol utilizando o critério por utilização são:

a) Produtos para condomínios e edifícios residenciais, residências em construção e construídas, HIS – habitações de interesse social: coletores solares, reservatórios térmicos, aquecedores solares compactos, acessórios hidráulicos e acessórios digitais;

b) Produto para piscina: aquecedor solar para piscinas de clínicas de fisioterapia e academias;

c) Produtos para hotéis, pousadas e outros: coletores solares, reservatórios térmicos para grandes volumes, reservatórios térmicos, aquecedores solares compactos, acessórios hidráulicos e acessórios digitais;

d) Produtos para companhias de energia: equipamentos específicos com tecnologia solar para grandes projetos;

e) Produtos para hospitais e clínicas: aquecedores automatizados com tubulações de cobre, oferecendo durabilidade, resistência, eficiência e higiene para os estabelecimentos de saúde;

f) Aplicações comerciais e industriais: equipamentos específicos com tecnologia solar para vestiários de academias, salões de estética, lavanderias, processos industriais que demandam a utilização de fluidos em temperaturas médias, dentre outros.

A crescente utilização da tecnologia solar em habitações populares e nos segmentos de comércio e indústria levaram o Departamento Nacional de Aquecimento Solar (DASOL, 2013) a prever que a área de coletores instalados no Brasil deveria praticamente triplicar até 2015, passando de 5 milhões de metros quadrados para 15 milhões de metros quadrados. As vendas de sistemas de aquecimento tiveram em 2011 uma maior concentração na região Sudeste (76,2%), Centro-Oeste (10,3%) e Sul (8,1%).

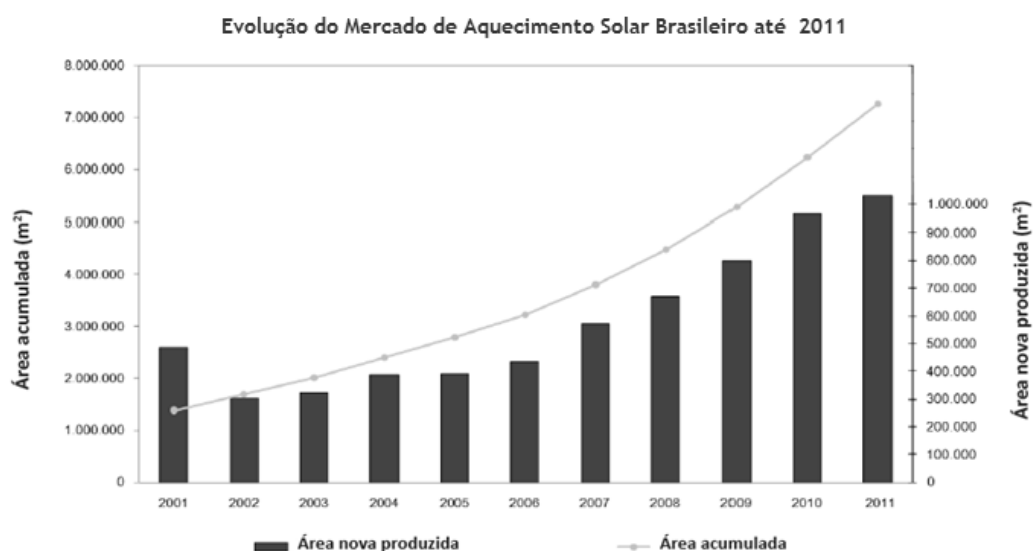
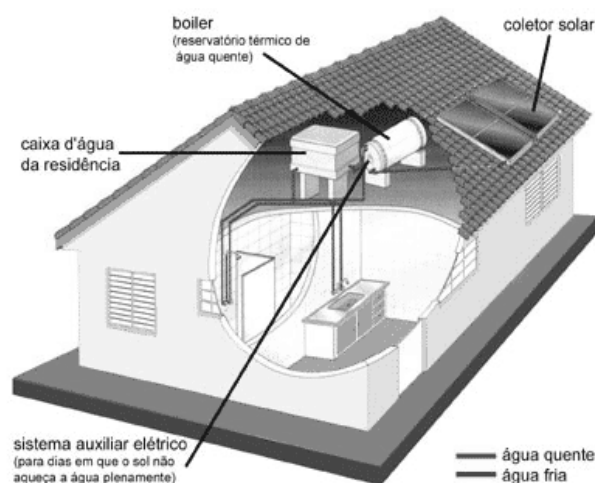


Figura 1 – Evolução de Mercado de Aquecimento Solar Brasileiro até 2011

Fonte: [Dasolabrava](#), 2013.

4.2 Funcionamento do Aquecedor Solar de Água

Um sistema básico de [aquecimento de água](#) por [energia solar](#) é composto de [coletores solares](#) (placas) e [reservatório térmico](#) (boiler). As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar, sendo que o calor do sol é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre. O reservatório térmico é um recipiente para armazenamento da água aquecida. Os cilindros de cobre, inox ou polipropileno, isolados termicamente com poliuretano expandido e não agredem a camada de ozônio. Desta forma, a água é conservada aquecida para consumo posterior. A caixa de água fria alimenta o reservatório térmico do [aquecedor solar](#), mantendo-o sempre cheio. A Figura 1 mostra o funcionamento do aquecedor solar de água.

**Figura 2 – Funcionamento do Aquecedor Solar**

Fonte: Soletrol, 2013.

4.3 Funcionamento do Coletor Solar e do Reservatório Térmico

Quando os raios solares atravessam o vidro da tampa do coletor passam a esquentar as peças feitas de cobre ou alumínio, que são pintadas com tinta escura especial para ajudar na absorção máxima da radiação solar. O calor passa diretamente para os tubos (serpentina) e a água esquentando passando para o reservatório do aquecedor solar. Os coletores são fabricados com cobre ou alumínio e possuem um sistema de isolamento térmico com vedação de borracha de silicone e uma cobertura de vidro liso, sendo instalados em telhados ou lajes.

O reservatório térmico é como uma caixa que mantém a água armazenada quente no aquecedor solar, com capacidade de 100 a 200 mil litros. Para garantir que nunca haverá falta de água quente, os aquecedores solares possuem um sistema auxiliar de aquecimento, que pode ser elétrico ou a gás. As Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, o funcionamento básico do coletor solar e do reservatório térmico.

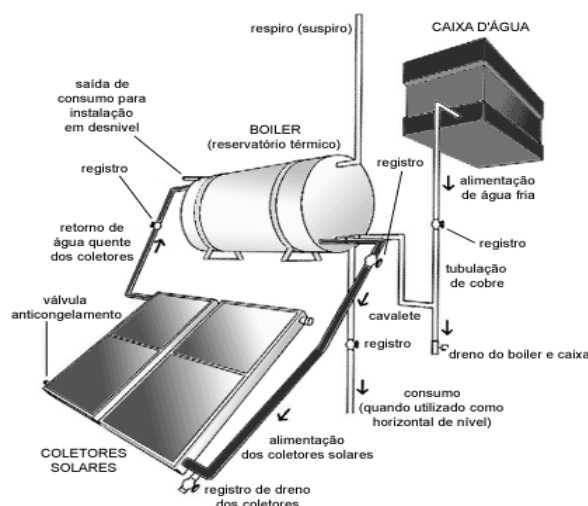
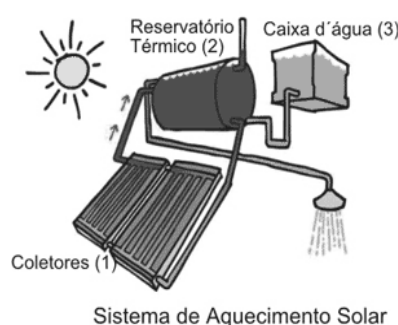


Figura 3 – Funcionamento do Coletor Solar

Fonte: Soletrol, 2013.



Sistema de Aquecimento Solar

Figura 4 – Funcionamento do Reservatório Térmico

Fonte: Soletrol, 2013.

4.4 Sustentabilidade, Política e Cidadania

As inovações verdes podem ocorrer em duas direções: inovações verdes em produto e inovações verdes em processos de produção, ambas buscando estabelecer uma vantagem competitiva na corporação (Chen et al., 2006). As inovações para a sustentabilidade ambiental podem resultar nas seguintes categorias (KEMP e ARUNDEL, 1998): tecnologias de fim-de-linha, gestão de resíduos, tecnologias limpas no processo de produção, reciclagem, produtos limpos ou produtos de baixo impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida, e tecnologias limpas com a finalidade de ação corretiva após a ocorrência do dano ambiental.

Para Laszlo (2008), muitas empresas globais estão efetivamente em uma jornada ambiental, com práticas e ações sustentáveis, não como uma simples iniciativa ambiental, mas como uma

estratégia empresarial que origina valor econômico e vantagem competitiva no mercado, tornando-se empresas inovadoras e mais relevantes aos seus stakeholders, a partir da busca e do alcance de melhores resultados ambientais.

5. METODOLOGIA

Este estudo realizou uma pesquisa descritiva e qualitativa, por meio de um estudo de caso, onde a base da pesquisa foi composta pelo corpo diretivo da Soletrol, o fundador da empresa, Luís Augusto Ferrari Mazzon, por representar o nível institucional responsável pelas ações estratégicas de P&D.

Para a coleta dos dados primários foram utilizadas questões semiabertas e semiestruturadas como instrumentos da entrevista em profundidade.

Os temas abordados na entrevista em profundidade, realizada no início de 2013, são listados a seguir no quadro 1:

Quadro 1 – Variáveis investigadas

Desenvolvimento de Produto	Difusão Tecnológica
<ul style="list-style-type: none"> - estruturação da área de P&D; - certificações técnicas; - testes técnicos; - fatores de inovação nas redes de cooperação; - fluxo de <i>know-how</i>; e - inovações nas linhas de produtos. 	<ul style="list-style-type: none"> - pesquisas de mercado e liderança tecnológica; - patentes e DIS – Direitos de Desenho Industrial; - fluxo de informações; - iniciativas no âmbito governamental; - implementação de políticas públicas; - leis municipais vigentes.

Fonte: Elaborada pelos autores

O estudo buscou estabelecer uma relação das estruturas de relacionamentos interorganizacionais com as fases de desenvolvimento do produto e de difusão da tecnologia solar no mercado.

A Soletrol formulou seu modelo de negócio garantindo capacidade de inovação por meio de relacionamentos interorganizacionais de cooperação. Segundo Yin (2010) os protocolos de pesquisa são responsáveis por definir procedimentos padronizados garantindo a reprodutividade dos resultados de um estudo quando diferentes pesquisadores seguirem os mesmos procedimentos:

a) Enfoque teórico e unidade de análise: o enfoque teórico da pesquisa foi a rede de relacionamentos interorganizacionais da Soletrol com o objetivo de identificar os fluxos de *know-how* e informações, enquanto que a unidade de análise foram as redes de inovação nas fases de desenvolvimento de produto e de difusão tecnológica.

b) Pergunta Investigativa: de que forma os relacionamentos interorganizacionais de cooperação favoreceram o fluxo de know-how para o desenvolvimento do produto e o fluxo de informações para a difusão da tecnologia solar no mercado?

c) Fonte de Informação: os dados primários deste estudo foram coletados por meio de entrevista em profundidade com o corpo diretivo da Soletrol, enquanto que os dados secundários foram coletados em diversas literaturas acadêmico-científicas e por meio de pesquisa na internet.

5.1 Análise Descritiva dos Resultados – Redes de Inovação

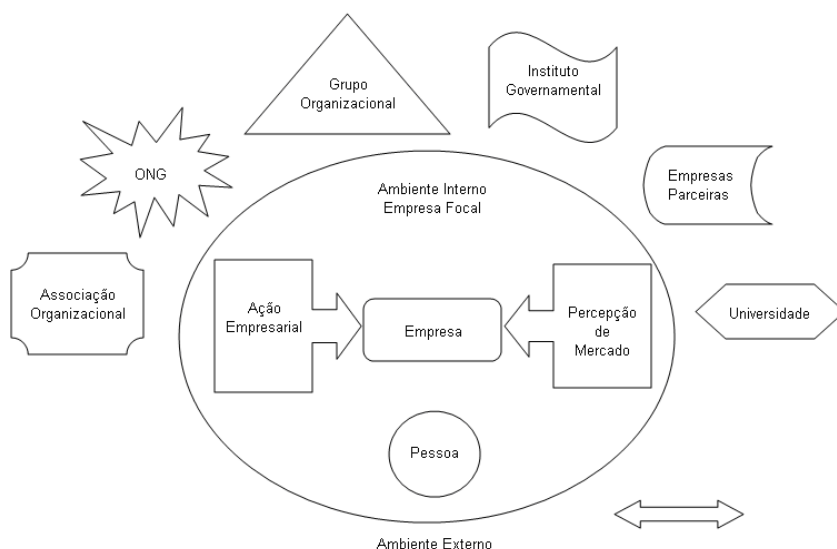


Figura 5 – Representação gráfica e simbologia dos atores envolvidos no ambiente interno e externo da empresa focal

Fonte: Elaborada pelos autores, adaptada de um modelo de diagramação de redes de Conway e Steward (1998)

A) Fase 1 – Rede de Inovação da Soletrol para Desenvolvimento dos Aquecedores Solares de Água



Figura 6 – Redes de inovação para o desenvolvimento do aquecedor solar de água

Fonte: Elaborada pelos autores de acordo com o modelo de diagramação de redes de Conway e Steward (1998), em 2013.

A primeira rede de inovação indica um processo de estruturação de P&D, representado pelo corpo diretivo, o empresário Mazzon, através da reformulação de estudos e bases tecnológicas de empresas do setor elétrico, do INMETRO e do laboratório Green Solar da PUC-MG. Este fato pode confirmar Gritsevskiy e Nakicenovic (2002) que acreditam que as direções dos departamentos de P&D das organizações influenciarão globalmente as emissões dos gases de efeito estufa (GEEs), com a difusão de tecnologias sustentáveis determinando em longo prazo o desenvolvimento do sistema energético global. Além disso, este fato parece confirmar Bommel (2011), uma vez que os fatores utilizados para a determinação de poder de inovação da empresa focal estão baseados em orientação externa e transparência, cooperação entre os departamentos, aprendizagem e adaptação, liderança, autonomia e possibilidade de experimentação. As redes interorganizacionais de cooperação são baseadas em confiança, reputação, programas conjuntos e troca de informações e, nesta primeira etapa, o foco de negócio da Soletrol era o desenvolvimento de um produto sustentável, desde o seu processo de fabricação, tornando-o competitivo para ser utilizado em residências de interesse social, por meio do Projeto POPSOL.

A Soletrol desenvolveu diversos relacionamentos interorganizacionais para exercer liderança tecnológica e deter a exclusividade de patentes. A princípio desenvolveu pesquisas de mercado em diversas empresas do setor elétrico com o objetivo de conseguir indicadores de demanda de energia para o desenvolvimento de um produto sustentável. Em seguida, conseguiu estabelecer parâmetros de

comparação em termos de eficiência energética com a sua entrada no PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, onde os aquecedores solares de água começaram a ser testados e etiquetados a partir de 1999, com base nos resultados de testes realizados pelo Green Solar, um laboratório parceiro da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/MG. Estes fatos parecem comprovar Amato Neto (2000) quando diz que a cooperação interempresas visa a atender a vários objetivos, inclusive a combinar competências, compartilhar know-how, dividir custos de pesquisas tecnológicas e minimizar riscos.

Os relacionamentos de cooperação entre a Soletrol e redes de organizações públicas, privadas e não governamentais favoreceram no decorrer dos anos o fluxo de know-how para o desenvolvimento de produtos inovadores com desempenho ambiental e, principalmente, a difusão desta nova tecnologia no mercado nacional e internacional. A Soletrol acredita que haverá um cumprimento dos programas habitacionais por parte dos governos federal, estadual e municipal, notadamente do Programa Minha Casa, Minha Vida, mantido no âmbito federal, nos quais os aquecedores solares de água continuarão a ser utilizados em grande escala como alternativa eficaz de substituição aos chuveiros elétricos. Porém, independentemente desses programas, a Soletrol mantém um planejamento de estratégias para atender a um mercado crescente, suprimindo uma necessidade de ampliação de fontes energéticas limpas em relação às fontes convencionais. Estes fatos podem comprovar Zeng, Xie e Tam (2010) quando dizem que a complexidade do processo de inovação leva a um crescimento de redes por parte das empresas através de relacionamentos interorganizacionais, cooperação entre instituições intermediárias, cooperação com organizações de pesquisa e cooperações que tenham significado agregado sobre o impacto das inovações organizacionais.

Atualmente, a Soletrol detém 27 patentes e DIS – Direitos de Desenho Industrial, com o objetivo de tornar o aquecimento solar uma solução economicamente viável para aplicação em qualquer tipo de mercado que necessite de água quente. A aplicação da tecnologia solar tem utilidade para chuveiro ou torneira de pia da cozinha, com instalação simplificada sem a necessidade de quebrar paredes e azulejos na aquisição de rede de água quente, uma vez que no Brasil é comum a existência somente da tubulação de água fria.

O modelo POPSOL voltado à HIS - habitação de interesse social, o primeiro sistema solar de água para residências com menos de 120 metros quadrados, atualmente já vem sendo substituído por outros modelos modernos e compactos. A aplicação de novos materiais para melhorar a vida útil e o desempenho ambiental dos produtos é uma busca contínua do departamento de P&D. A tecnologia Metali-Plast é uma forma de tornar excelente o desempenho de transferência de calor do alumínio,

além do uso do polipropileno que oferece maior resistência, promovendo uma evolução tecnológica e ampliando a durabilidade do sistema em locais onde a água clorada possui características corrosivas. Estes fatos podem comprovar Clark e Wheelwright (1993) quando afirmam que em um ambiente extremamente competitivo as organizações querem conquistar cada vez mais mercados com produtos diferenciados que atendam aos consumidores e, simultaneamente, alcançar vantagens competitivas sustentáveis.

As principais inovações em linhas de produtos são: aplicação do aço inox como acabamento de produtos finais, garantindo resistência, eficiência térmica e visual arrojado; desenvolvimento do mini coletor de um metro quadrado, com design compacto ideal para instalações em telhados com altura reduzida de cumeeira; desenvolvimento do reservatório térmico horizontal de nível e desnível permitindo a instalação de caixa de água ao lado do reservatório, evitando a construção de torre de alvenaria; desenvolvimento de base única de sustentação para instalação de reservatórios térmicos sobre lajes; desenvolvimento de mini coletor solar em acrílico, evitando a não projeção de sombras pelas molduras laterais; desenvolvimento da válvula anticongelamento mecânica; desenvolvimento de aquecedor solar integrado portátil para piscinas; desenvolvimento de sistema de cantoneiras em material termoplástico permitindo o fechamento dos cantos dos coletores solares sem necessidade de rebites; desenvolvimento de secadora de roupas solar; desenvolvimento de aquecedor solar compacto com caixa de quebra de pressão; desenvolvimento de termômetro digital para duchas abastecidas por aquecimento central de água; desenvolvimento do misturador solar, um acessório para troca de chuveiros elétricos sem quebra de paredes e azulejos; desenvolvimento de ducha solar POPSOL, aquecedor de água compacto para substituir chuveiros elétricos em residências de até cem metros quadrados; desenvolvimento de fogão solar, dentre outras inovações.

Fase 2 – Rede de Inovação da Soletrol para Difusão dos Aquecedores Solares de Água



Figura 7 – Redes de inovação para difusão da tecnologia solar

Fonte: Elaborada pelos autores de acordo com o modelo de diagramação de redes de Conway e Steward (1998), em 2013.

A segunda rede de inovação indica um processo de reestruturação do negócio com o objetivo de possibilitar a difusão da tecnologia solar no mercado, com incentivo às leis municipais que tornavam obrigatórias o uso do aquecimento solar de água nas residências de interesse social. As parcerias com a ABRAVA (DASOL) e a ONG Vitae Civilis foram estratégicas para que a Soletrol pudesse difundir seus produtos no mercado, colaborando com iniciativas sustentáveis no âmbito governamental. Este fato pode confirmar Rothwell (1994) quando afirma que o modelo de redes enfatiza a capacidade das organizações inovadoras para gerenciar os relacionamentos no ambiente interno e externo com diversos atores envolvidos.

Além destas iniciativas para disseminar o conhecimento da tecnologia de energia solar junto aos consumidores finais e aos profissionais da construção civil, o Departamento Nacional de Aquecimento Solar da ABRAVA – DASOL conseguiu o reconhecimento do governo federal e obteve, em 1993, isenção de IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados e, em 1998, isenção de ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços. Este fato pode comprovar Motta e Vasconcelos (2004) quando afirmam que a perspectiva das organizações em rede visa a obter economias de custos de coordenação e aumentar a flexibilidade das organizações interligadas, e tais atributos podem proporcionar vantagens operacionais em ambientes incertos e complexos.

Sabe-se que o segmento viveu seu maior desafio em 2001 com a crise energética, cujo ápice foi o “apagão” que atingiu dez estados brasileiros, além do Distrito Federal, deixando 70% do país sem energia em 1999. Devido à crise energética, surgiu a determinação de um racionamento, exigido pelo governo brasileiro, com a exigência de redução no consumo de energia elétrica em comércios, indústrias e residências. A partir daí, houve um aumento da consciência da necessidade de construções sustentáveis nos aspectos ambientais e econômicos no país. Dentro deste contexto, em menos de uma década, a ação decisiva do Departamento Nacional de Aquecimento Solar da ABRAVA – DASOL, com apoio irrestrito das empresas associadas, dentre elas a ONG Vitae Civilis, conseguiu estabelecer bases sólidas para a expansão e consolidação do aquecimento solar como uma alternativa viável e ambientalmente correta para atender às demandas por água quente no Brasil. A difusão da tecnologia solar veio com o Projeto “Um Banho de Sol para o Brasil”, onde os relacionamentos interorganizacionais cooperativos possibilitaram a criação leis municipais para incentivo do uso de tecnologias limpas nas construções voltadas a HIS - habitação de interesse social.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal benefício do aquecimento solar de água é a economia de até 90% da energia elétrica, uma vez que substitui chuveiros elétricos ou aquecedores centrais de água movidos à energia elétrica, gás ou diesel. A energia solar não polui a atmosfera e não contribui para o aquecimento global como as demais fontes de energia que queimam combustíveis fósseis que liberam gases de efeito estufa (GEEs), como gás carbônico (CO₂), metano (CH₄), clorofluorcarbonetos (CHCs) e outros halocarbonetos, ozônio (O₃) e óxido nitroso (N₂O) (ABRAVA, 2013).

As principais barreiras para a tecnologia de aquecimento solar de água no Brasil estão relacionadas ao alto custo inicial de instalação dos aquecedores solares; a prevalência do uso de chuveiros elétricos; códigos de obras municipais não incentivadores ao uso da tecnologia solar; dificuldades para obtenção de financiamentos com juros atrativos para instalação de coletores solares; a impossibilidade do uso do quilowatt evitado como ferramenta de planejamento e gestão de modelo do setor elétrico; e a falta de cultura na utilização da tecnologia solar.

O estudo de caso proporciona o aprendizado de como as redes de inovação favoreceram o desenvolvimento dos aquecedores solares de água e a difusão da tecnologia solar no mercado. É possível afirmar que a rede de inovação viabilizou a obtenção de know-how de tecnologia aplicada para o desenvolvimento do aquecedor solar de água. Em seguida, a rede de inovação também

promoveu uma possibilidade de abertura de mercado para a difusão da tecnologia solar no Brasil. Estes fatos parecem comprovar Ahuja (2000) quando afirma que as redes afetam a inovação de uma empresa, constatando que as redes fechadas possuem relacionamentos consolidados e compromisso em longo prazo entre os agentes. Em contrapartida, as redes abertas podem dificultar um processo de inovação uma vez que possuem buracos estruturais e informalidade entre os agentes.

Assim como afirmam Carvalho e Tálamo (2010), a estruturação na forma de redes traz resultados efetivos às empresas integrantes, dotando-as de competitividade e flexibilidade frente aos desafios de mercado, exigindo amadurecimento tanto da rede de cooperação quanto do próprio empresário Mazzon. Schumpeter (1950) afirma que o processo de inovação é conduzido pelo empresário inovador, principal agente de mudanças na economia capitalista. Por fim, os fatos parecem comprovar Ritter e Gemünden (2004) quando afirmam existir evidências empíricas de que competências para a gestão de relacionamentos em rede contam com significativo impacto no sucesso de inovação de uma empresa.

7. CONTRIBUIÇÕES

A principal contribuição deste estudo é enfatizar o aprendizado de como os relacionamentos interorganizacionais podem impulsionar o desenvolvimento de produtos inovadores, além de difundir tecnologias sustentáveis, com o objetivo de disponibilizar produtos no mercado de forma responsável ambientalmente, e que não emitam gases de efeito estufa (GEEs) nem contribuam para o aquecimento global.

8. LIMITAÇÕES E PROPOSIÇÕES PARA NOVOS ESTUDOS

A principal limitação encontrada neste estudo reside no fato dos resultados estarem descritos somente sob a ótica da empresa focal (Soletrol).

O interessante seria aplicar as entrevistas em profundidade com todos os atores envolvidos nas redes de inovação para obter uma melhor compreensão das vantagens e desvantagens geradas pelos relacionamentos interorganizacionais, tanto na fase de desenvolvimento do produto quanto na fase de difusão tecnológica.

Novos estudos sobre redes de inovação poderiam ser realizados futuramente, especificamente em empresas que desenvolvem produtos e tecnologias sustentáveis, com o objetivo de enfatizar a importância dos relacionamentos interorganizacionais cooperativos como geradores de inovação.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA, 2013) – Disponível em: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/beneficios-do-aquecimento-solar/> [Acesso em 03 de Julho de 2013].

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2011) – Disponível em: http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Relatorio_Aneel_2011.pdf [Acesso em 02 de Julho de 2013].

AHUJA, G. Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study. *Administrative Science Quarterly*, v. 45, pp. 425-455, 2000.

AMATO NETO, J. Redes de Cooperação Produtiva e Clusters Regionais: Oportunidades para as Pequenas e Médias Empresas. São Paulo: Atlas, 2000.

AYUSO, S.; ANGEL, M.; RICART, R.; RICART, J.E. Responsible competitiveness at the “micro” level of the firm using stakeholder dialogue as a source for new ideas: a dynamic capability underlying sustainable innovation. *Corporate Governance*. Vol. 6 No. 4, pp. 475-490, Q Emerald Group Publishing Limited, 2006.

BOMMEL, H.W.M.V. A Conceptual Framework for Analyzing Sustainability Strategies in Industrial Supply Networks from an Innovation Perspective. *Journal of Cleaner Production*, v.19 (2011), pp.895-904, 2011.

CARVALHO, M.M.; TÁLAMO, J.R. Redes de Cooperação com Foco em Inovação: um Estudo Exploratório. *Gestão & Produção*, v.17, n.4, UFSCAR, 2010.

CHEN, Y. S. et al. The influence of green innovation performance on corporate advantage in Taiwan. *Journal of Business Ethics*, n. 67, p. 331-339, Springer 2006.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. Managing new product and process development: text and cases. New York: The Free Press, 1993.

CONWAY, S.; STEWARD, F. Networks and Interfaces in Environmental Innovation: A Comparative Study in UK and Germany. *The Journal of High Technology Management Research*, v.9, n.2, pp.239-253, 1998.

Departamento Nacional de Aquecimento Solar da ABRAVA – DASOL (2013) – Disponível em: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/dados-de-mercado/> [Acesso em 03 de Julho de 2013].

Evolução de Mercado de Aquecimento Solar Brasileiro até 2011 – Figura 1 – Disponível em: <http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/dados-de-mercado/> [Acesso em 21 de Maio de 2013].

Funcionamento do Aquecedor Solar (2013) – Figura 2 - Disponível em: <http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php> [Acesso em 02 de Julho de 2013].

Funcionamento do Coletor Solar (2013) – Figura 3 - Disponível em: <http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php> [Acesso em 03 de Julho de 2013].

Funcionamento do Reservatório Térmico (2013) – Figura 4 - Disponível em: <http://www.soletrol.com.br/educacional/comofunciona.php> [Acesso em 02 de Julho de 2013].

GRITSEVSKY, A.; NAKICENOVIC, N. Modelling Uncertainty of Induced Technological Change. In: Technological Change and the Environment, A. Grubler, N. Nakicenovic, W.D. Nordhaus, (eds.). Resources for the Future, pp. 251-279, 2002.

HOBBSBAWM, E. J. Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo. Rio de Janeiro: Forense, 1979.

KEMP, R.; ARUNDEL, A. Survey Indicators for Environmental Innovation, IDEA Paper Series, 1998.

LASZLO, C. Sustainable Value, How the World's Leading Companies Are Doing Well by Doing Good, Charleston: Greenleaf Publishing, 2008.

MOTTA, F. C. P.; VASCONCELOS, I. F. G. Teoria Geral da Administração. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

Organização das Nações Unidas (ONU, 2013) – Disponível em: <http://www.who.int/heli/risks/en/> [Acesso em 15 de Maio 2013].

Organização Mundial da Saúde (World Heath Organization, 2013) – Disponível em: <http://www.who.int/heli/risks/en/> [Acesso em 15 de Maio 2013].

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2012) – Disponível em: http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf [Acesso em 02 de Julho de 2013].

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2011) – Disponível em: http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_Full_Report.pdf [Acesso em 02 de Julho de 2013].

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2013) – Disponível em: <http://www.pnuma.org.br/> [Acesso em 15 de Maio 2013].

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL, 2007) – Disponível em: <http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS293E16C4PTBRIE.htm> [Acesso em 02 de Julho de 2013].

RITTER, T.; GEMÜNDEN, H.G. The Impact of a Company's Business Strategy on its Technological Competence, Network Competence and Innovation Success, Journal of Business Research 57 (5), pp. 548–556, 2004.

ROTHWELL, R. Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends. In DODGSON, M.; ROTHWELL, R (Eds.) The Handbook of Industrial Innovation. Hants: Edward Elgar, 1994.

SAMBIASE, M.F.; FRANKLIN, M.A.; TEIXEIRA, J.A. Inovação para o Desenvolvimento Sustentável como Fator de Competitividade para as Organizações: um Estudo de Caso Duratex. RAI – Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v.10, n.2, pp.144-168, abr/jun 2013.

SCHUMPETER, J.A. Capitalism, socialism and democracy. New York: Harper, 1950.

STERN, N. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University, 2007.

ZENG, S.X.; XIE, X.M. e TAM, C.M. Relationship Between Cooperation Networks and Innovation Performance of SMEs (Small and Medium Sized Enterprises). Technovation, v.30, pp. 181-194, 2010.

YIN, Robert K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos, 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2010.

INNOVATION NETWORKS AND THE DIFFUSION OF SOLAR TECHNOLOGY IN BRAZIL

ABSTRACT

This study has the objective to answering the following question: how the management of innovation network of Soletrol favored the creation of innovative processes for the development of solar water heaters as the electric shower replacement proposal? It is a descriptive and qualitative research through a case study. The key professional of Soletrol was interviewed to identify and describe the structures of innovation networks that resulted in an innovative contribution to environmental sustainability. It shows the environmental impacts of electricity in Brazil, emphasizing that the reduction of the use of electric shower can help alleviate the problems in the power distribution network, caused by the overhead of the system at peak times, bringing a review of academic literature on environmental technology innovation and innovation networks. Finally, it shows the importance of innovation networks for the development of a sustainable product with use of solar technology in Brazil.

Key-words: Innovation management; Sustainability; Innovation networks; Technology diffusion; Solar energy.

Data do recebimento do artigo: 02/04/2014

Data do aceite de publicação: 20/01/2015