

# Proposal of an Instrument for Measuring Innovation in Photovoltaics Energy Generation

C. B. Rosa, J. C. M. Siluk and L. Michels

**Abstract** — In recent years the photovoltaic power generation has been consolidated in the world as one of the most promising forms of renewable energy generation. The Brazil is positioned as one of the countries with the greatest potential for deployment of photovoltaic systems. Besides the favorable physical environment, investments in innovation can generate several benefits for an organization; however, the competitiveness will depend on a set of assets, such as research and development, introduction of new technologies and training of their qualified team. Thus, this paper presents an instrument proposed for measuring the organizational level of innovation in Photovoltaics. The proposal instrument features 30 performance indicators and the construction of the instrument was based on a survey on innovation and photovoltaics. With the implementation of this instrument, is intended to generate a current diagnosis of the situation of the evaluated organizations, and support decisions of innovation in energy efficiency for the development of solar power generation system in Brazil.

**Keywords**— Photovoltaic Energy, Distributed Generation, Organizational Innovation, Performance Indicators.

## I. INTRODUÇÃO

A CRESCENTE demanda por energia elétrica apresenta um cenário mundial de busca por novas fontes de energia que atendam ao acelerado aumento do consumo e minimizem o impacto causado pela crise energética. O colapso na energia brasileira despertou no país o temor de que a crise energética se repita com frequência e gere prejuízos cada vez maiores para a economia [1]. Nos últimos quinze anos, o Brasil investiu no estudo de novas fontes de energia que pudessem ser interligadas ao sistema energético para diversificar a matriz e evitar outros cenários de crise.

Neste caso, do ponto de vista estratégico, uma nova fonte geradora vem se destacando internacionalmente, a energia fotovoltaica. O Brasil possui uma série de características naturais favoráveis, tais como, localização em baixas latitudes, elevados níveis de insolação e grandes reservas de quartzo de qualidade que podem gerar importante vantagem competitiva para a produção de silício com alto grau de pureza. Tais fatores potencializam a atração de investidores, a expansão da utilização da energia fotovoltaica em organizações e o desenvolvimento de um mercado interno, permitindo que se vislumbre um papel importante na matriz elétrica para este tipo de tecnologia [1].

Diante deste cenário, para obter uma vantagem competitiva e defender posições estratégicas no mercado energético é necessário que se invista em inovações tecnológicas. O setor de energia em organizações públicas e privadas é inerentemente dependente da inovação. Os avanços da tecnologia impactam diretamente os negócios, fazendo com que seus profissionais necessitem de atualização constante.

Segundo uma pesquisa realizada pelo Ipea [2], o Brasil investiu em 13 anos apenas R\$ 806 milhões em inovações tecnológicas para o desenvolvimento de energias renováveis, o equivalente a 0,0013% do PIB, enquanto os Estados Unidos investiram US\$ 1,78 bilhão apenas no ano de 2012 (0,0118% do PIB) e a Alemanha € 265 milhões (cerca de R\$ 715 milhões), 0,0095% do PIB, também em 2012. Devido à falta de investimentos em inovação, os brasileiros pagam mais caro pelas contas de luz, em função da Agência Nacional de Energia Elétrica reajustar as tarifas de acordo com o aumento dos custos de geração de energia elétrica [3].

Dessa maneira, percebe-se que a utilização da energia elétrica proveniente da fonte fotovoltaica está inserida em um ambiente inovador e competitivo. A geração de energia fotovoltaica é uma inovação descontínua, ou seja, um produto inteiramente novo, e, como tal, exige uma mudança de comportamento dos consumidores e do mercado, para que seus benefícios possam se efetivar. Segundo esta abordagem, quando o mercado é confrontado com um novo paradigma de infraestrutura, os clientes se dividem com relação à percepção de risco implícita a este processo [3]. Para tanto, o presente artigo tem como objetivo elaborar uma proposta de instrumento de pesquisa para mensurar o nível de inovação em organizações que utilizam a energia fotovoltaica como fonte geradora de energia elétrica em seus processos.

## II. GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Um sistema fotovoltaico é constituído por um painel fotovoltaico, que capta a energia fornecida pelo sol, um algoritmo de rastreamento que lê variáveis do painel define o melhor ponto de operação, e, um estágio de potência faz com que o painel opere no ponto de operação calculado [4]. Essa tecnologia tem apresentado um potencial para tornar-se uma das fontes de eletricidade predominantes no mundo, apresentando um crescimento contínuo mesmo em tempo de crise financeira e econômica [5]. Entretanto, a energia fotovoltaica conectada à rede ainda é uma forma de energia em estado inicial no Brasil, considerando as condições vantajosas de irradiação solar no país, com até 2400 kW h/m<sup>2</sup>.

No final de 2009, a capacidade mundial instalada acumulada de sistemas fotovoltaicos era de aproximadamente 23 GW, um ano depois era de 40 GW. Em 2011, mais de 69 GW foram instalados, podendo produzir 85 TWh de eletricidade a cada ano. Esse volume de energia é suficiente para abastecer a

C. B. Rosa, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. carmenbrosa@gmail.com

J. C. M. Siluk, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. jsiluk@ufsm.br

L. Michels, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. leandromichels@gmail.br

necessidade anual de mais de 20 milhões de casas [6]. A Agência Internacional de Energia [7] destaca que a concentração de irradiação média diária na Alemanha chega ao valor máximo de 3,4 kWh/m<sup>2</sup>, podendo-se afirmar que a irradiação solar dos melhores parques alemães chega a ser inferior à dos piores locais de irradiação no Brasil. Segundo dados do Ministério de Minas e Energia do Brasil [8], o país possui um elevado potencial para o aproveitamento da energia solar durante o ano todo.

Este crescimento tem a tendência de ser mais expressivo através da adoção de incentivos governamentais para a instalação de sistemas fotovoltaicos e da redução das barreiras de acesso aos sistemas de distribuição conectados à rede, com a finalidade de diversificar a matriz energética brasileira. Os Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede elétrica (SFCR) são sistemas ligados à rede de distribuição de energia convencional, podendo ser sistemas geradores descentralizados de pequeno porte, geração residencial e comercial em edificações urbanas, ou plantas de geração centralizada de grande porte, consideradas Usinas Fotovoltaicas [9]. A potência total gerada de SFCRs instalados passou dos 3,5 GW em 2005, para 19 GW em 2009 e, em 2014, o mundo contava com uma potência instalada solar de 180 GW, a geração total foi de 186 TWh, resultando num fator de capacidade médio de 13,2% [10].

Como consequência do avanço da energia fotovoltaica no mundo, as células fotovoltaicas têm registrado uma considerável queda de preço, aproximadamente 20% a cada duplicação da capacidade instalada. Assim, nos próximos dez anos, as células deverão tornar-se competitivas em relação aos preços médios de tarifas elétricas praticadas atualmente [11].

Além da queda do custo dos módulos fotovoltaicos a nível mundial, a crise energética, a alta incidência de irradiação solar no Brasil e a necessidade de inovação tecnológica para desenvolver este setor de energia no país, evidenciou-se um considerável avanço na geração fotovoltaica distribuída em organizações públicas e privadas. A implementação da inovação tecnológica em sistemas fotovoltaicos pelas organizações traz impactos positivos para competitividade e melhoria das atividades produtivas das organizações tendo em vista o investimento em eficiência energética.

### INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL

As organizações têm passado por períodos de intensa competitividade na economia globalizada, caracterizada por processos e tecnologias cada vez mais eficazes e qualificados, de tal modo que a adoção de estratégias inovadoras torna-se crucial no processo de gestão [12]. A busca por um desempenho potencialmente competitivo está direcionando as organizações à utilização de inovações que contribuam com uma forma de atuação mais responsável no mercado [13].

Segundo Barbieri [14], as “inovações representam mudanças, rupturas e incertezas que serão tanto maiores quanto melhores as novidades e a abrangência dos seus impactos sobre os elementos que compõem as dimensões da sustentabilidade associada ao desenvolvimento”. Essa ideia transcreve a preocupação das organizações, públicas ou privadas, em investir na gestão da eficiência energética e na inovação tecnológica de recursos renováveis.

A inovação é um ativo composto por diversos elementos que auxiliam e desenvolvem a sustentação do relacionamento da empresa com seus clientes. A qualidade desse elo e o seu potencial para gerar resultados satisfatórios dependem do processo de gestão das ações inovadoras nas organizações. Portanto, a realização de investimentos em inovação pode gerar diversos benefícios para uma empresa; entretanto, a sua continuidade vai depender de um conjunto de ativos, como Pesquisa e Desenvolvimento, inserção de novas tecnologias e capacitação da sua equipe de trabalho [15]. Desta forma, a gestão da inovação é um conceito dinâmico, o que implica na necessidade latente das organizações renovarem-se constantemente por meio de inovações e atualizações que, por um lado, adicionem valor aos processos ou produtos, e por outro instalem barreiras que limitem o acesso da concorrência às novas tecnologias [16].

Diante da relevância crescente da gestão da inovação no desenvolvimento das organizações, o diagnóstico tornou-se ferramenta importante no sentido em que permite a visualização de um panorama das ações estratégicas da empresa em estudo [17]. Para Terra [18], é essencial às organizações que desejam manterem-se atuantes no mercado, conservar uma visão estratégica da inovação, levando em conta os processos, as pessoas, as tecnologias, a abordagem ao mercado e a construção de parcerias.

Sendo assim, o autor afirma que qualquer mudança evolutiva que tenha como objetivo prolongar a vida das organizações deve ser entendido como inovação. Neste caso, a implantação de um sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica pode ser considerado como uma visão estratégica da inovação, tendo em vista os cenários futuros para o mercado de energia fotovoltaica no Brasil e a perspectiva governamental, empresarial e popular sobre essa tecnologia promissora. Em função disso, esse estudo pretende analisar o perfil inovador das organizações que investem em tecnologia fotovoltaica para desenvolver seus produtos e serviços.

### III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para compreender os principais aspectos abordados e alcançar o objetivo proposto, o procedimento metodológico foi conduzido em quatro etapas, conforme a Fig. 1.



Figura 1. Representação Esquemática da Metodologia.

Para o cumprimento da primeira etapa foi utilizado o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/MEC) e a consulta em livros, artigos publicados em anais de eventos e notas técnicas referentes à energia fotovoltaica, com a finalidade de buscar embasamento teórico para construção do instrumento de mensuração proposto.

A etapa que contempla o levantamento dos indicadores foi realizada com base na ferramenta desenvolvida pelo Núcleo de Inovação e Competitividade/NIC-UFSM para mensuração da inovação a partir do desdobramento do objetivo central em Pontos de Vista Fundamentais (PVFs) e Fatores Críticos de

Sucesso (FCS) [19]. Além dessa ferramenta, os PVFs e FCS para avaliação do nível de inovação em organizações que possuem a tecnologia fotovoltaica instalada foram elaborados a partir das recorrências identificadas por meio da pesquisa bibliográfica e documental, atendo-se assim ao objetivo de identificar os fatores mais relevantes para a avaliação da inovação organizacional. A estruturação dos indicadores deu-se com a construção da árvore de decisão, na qual os Pontos de Vista Fundamentais (PVFs) fazem parte da principal estrutura da árvore e são indicadores relevantes para identificar o grau de inovação presente nas organizações que serão avaliadas.

A partir do levantamento dos indicadores e da construção da árvore de decisão elaborou-se a construção do instrumento de medição de inovação. Para tanto, foram construídos dois formulários eletrônicos na plataforma *Google Docs*, um referente à coleta dos dados que alimentarão o instrumento e servirão para identificar o nível de inovação na organização avaliada no momento da pesquisa, e outro referente à importância atribuída a cada indicador pelos gestores das empresas respondentes. Ao término desta etapa, a terceira fase encontrava-se plenamente concluída, uma vez que previa a construção do instrumento e, para validação do mesmo, fez-se a aplicação em uma indústria do setor metalmeccânico.

A fase final desta pesquisa compreende a redação das conclusões. Nessa, o objetivo é retomado, e verifica-se se os resultados obtidos satisfazem o problema de pesquisa definido na seção introdutória deste trabalho, além de se apresentar as limitações, expectativas e sugestões de trabalhos futuros.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O levantamento dos indicadores, seguido pela construção da árvore de decisão, iniciou-se pela realização de pesquisas exploratórias sobre o contexto atual da geração fotovoltaica distribuída presente em organizações públicas e privadas, a partir da realização de pesquisas bibliográficas e documentais. Durante a leitura dos materiais, buscou-se identificar os elementos que moldam a inovação organizacional na procura por eficiência energética e tecnologias em energias renováveis.

Fundamentalmente, as leituras dos materiais científicos e documentais evidenciaram alguns pontos como os principais entraves para a consolidação da geração fotovoltaica distribuída em organizações. Observou-se que os pontos encontrados estavam alinhados entre as principais notas técnicas e documentos pesquisados, como, notas técnicas de autoria da Empresa de Pesquisa energética (2014), International Energy Agency (2011) e European Photovoltaic Industry Association (2012) em conjunto com a ferramenta desenvolvida pelo Núcleo de Inovação e Competitividade/NIC-UFSM [19], foram utilizados para determinação dos quatro pontos de vista fundamentais (PVF's).

Com base nos quatro PVFs identificados bem como nas demais informações levantadas por meio das pesquisas realizadas, propôs-se para a construção de um instrumento para mensuração da inovação organizacional na geração da fotovoltaica distribuída os fatores críticos de sucesso (FCSs) elencados na Tabela 1.

TABELA I  
ENQUADRAMENTO DOS PONTOS DE VISTA FUNDAMENTAIS (PVF)  
E FOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS)

Ponto de Vista Fundamental (PVF)	Fator Crítico de Sucesso (FCS)
Alinhamento Organizacional (PVF1)	Estratégia e Objetivos de Inovação (FCS 1)
	Modelo Organizacional e Governança para Inovação (FCS 2)
Suporte e Recursos Organizacionais (PVF2)	Recursos Financeiros (FCS 3)
	Pessoas (FCS 4)
	Gestão do Conhecimento e Infraestrutura Tecnológica (FCS5)
Processo de Inovação (PFV3)	Geração de Ideias, <i>Insights</i> e Conceitos (FCS 6)
	Processos e Estrutura para Implementação (FCS 7)
Comportamento e Modelo Mental (PFV4)	Mensuração e recompensa (FCS 8)
	Cultura organizacional (FCS 9)
	Colaboração Interna e Externa (FCS 10)

Para a construção do instrumento proposto foram levantados 30 indicadores de desempenho, agrupados em 10 fatores críticos de sucesso e 4 pontos de vista fundamentais. A partir da definição dos indicadores, deu-se início a elaboração do instrumento de pesquisa, o qual apresenta cada indicador desdobrado em cinco possíveis níveis de resposta. O nível 5 (N5) corresponde à situação de uma organização plenamente inovadora no indicador avaliado, N3 corresponde ao ponto médio, e N1 a pior situação possível. Ou seja, quando uma organização atingir o N5 de um indicador, a mesma estará em um patamar elevado de inovação. No outro extremo, ao atingir N1, a inovação na organização estará comprometida sob a ótica daquele indicador de desempenho.

Neste caso, com o objetivo de avaliar o nível total da inovação em organizações que utilizam a tecnologia fotovoltaica, foram propostos para todos os indicadores funções lineares com pontuação entre 0 e 10, ao final da aplicação do instrumento é possível enquadrar a organização em um dos quatro níveis de inovação organizacional, conforme a Tabela 2.

TABELA II  
ESCALAS DE CLASSIFICAÇÃO

Nível de Inovação Organizacional	Descrição
0%  ----- 25%	Não Inovadora
25%  ----- 50%	Pouco Inovadora
50%  ----- 75%	Potencialmente Inovadora
75%  ----- 100%	Plenamente Inovadora

Cada fator crítico de sucesso possui um agrupamento de indicadores de desempenho que apresentam um propósito de mensuração, conforme a ilustração esquemática da árvore de decisão na Fig. 2.

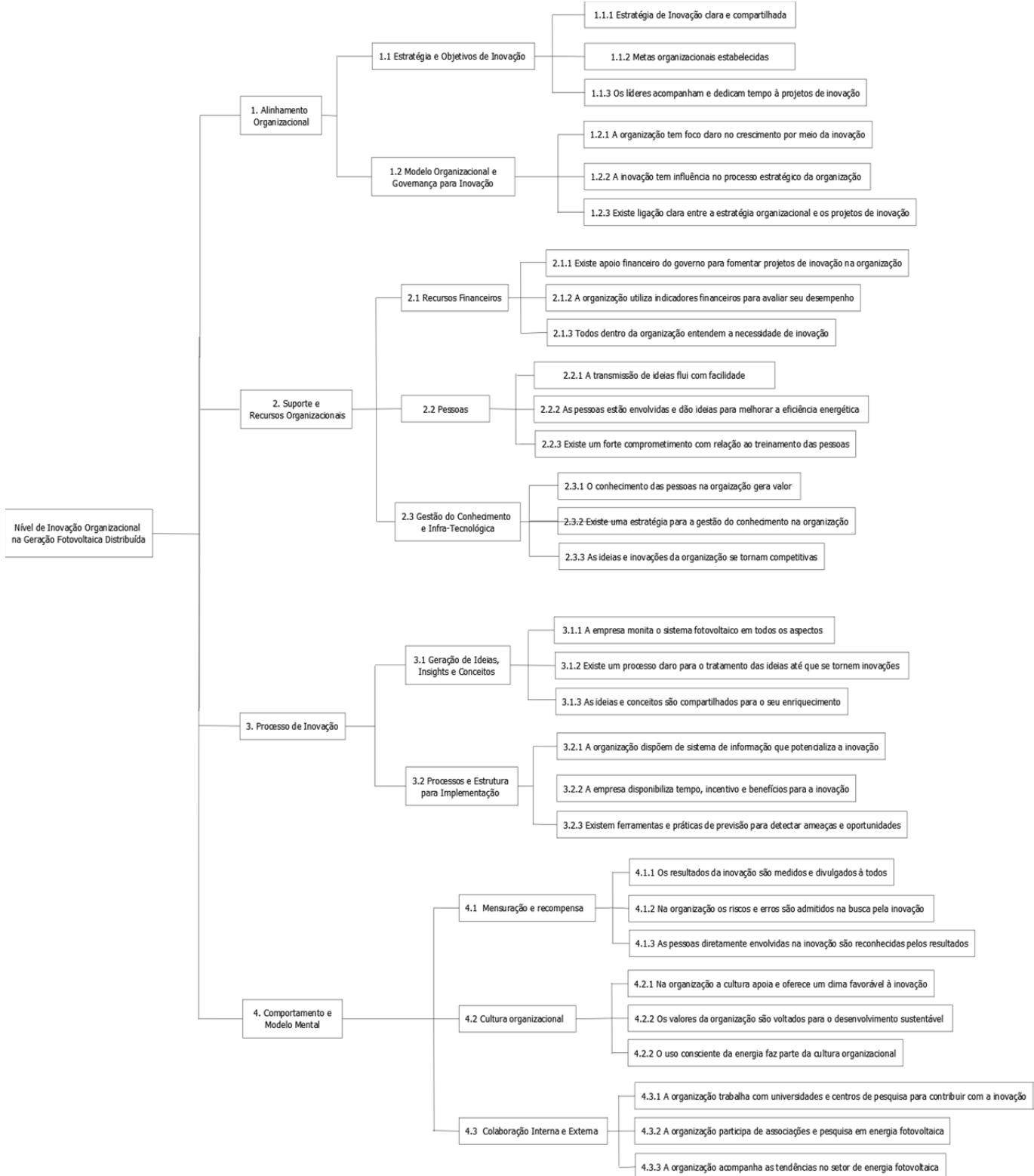


Figura 2. Representação Esquemática da árvore de decisão.

Para dar sequência ao processo de avaliação da inovação organizacional, o instrumento proposto foi elaborado através de questões fechadas de múltipla escolha para cada indicador levantado, onde as alternativas de resposta estão relacionadas aos níveis de avaliação.

Adicionalmente, o instrumento questiona os respondentes quanto ao nível de importância que os mesmos atribuem a cada um dos indicadores levantados, esta informação será utilizada posteriormente para o cálculo das taxas de substituição e distribuição dos pesos de cada PVF e FCS, que permite criar um ranking de importância entre os indicadores.

Para isso, foi construída a escala de relevância, onde os respondentes devem assinalar uma alternativa de 1 a 9, onde 1 corresponde a alternativa “Sem Importância”, 5 à “Média Importância” e 9 à “Muito Alta Importância”.

O instrumento de pesquisa proposto para avaliar o nível de inovação organizacional das organizações respondentes segue conforme a estrutura da Fig. 3.

PVF 1	FCS 1.1 - ESTRATEGIAS E OBJETIVOS DE INOVAÇÃO	
Nível	1.1.1 A estratégia de inovação na organização é clara e organizada?	Peso
N1	Todas as estratégias de inovação da organização são claras e organizadas.	100%
N2	Mais de 65% das estratégias de inovação são claras e organizadas.	75%
N3	Metade das estratégias de inovação são claras e organizadas.	50%
N4	Menos de 15% das estratégias de inovação são claras e organizadas.	25%
N5	Não existem clareza e organização nas estratégias de inovação.	0
Relevância	1.( ) 2.( ) 3.( ) 4.( ) 5.( ) 6.( ) 7.( ) 8.( ) 9.( )	-
PVF 1	FCS 1.1 - ESTRATEGIAS E OBJETIVOS DE INOVAÇÃO	
Nível	1.1.2 As metas organizacionais são estabelecidas no planejamento estratégico?	Peso
N1	Todas as metas para inovação da organização são estabelecidas.	100%
N2	Mais de 65% das metas para inovação são estabelecidas.	75%
N3	Metade das metas para inovação são estabelecidas.	50%
N4	Menos de 15% das metas para inovação são estabelecidas.	25%
N5	Não existem metas estabelecidas na organização.	0
Relevância	1.( ) 2.( ) 3.( ) 4.( ) 5.( ) 6.( ) 7.( ) 8.( ) 9.( )	-
PVF 1	FCS 1.1 - ESTRATEGIAS E OBJETIVOS DE INOVAÇÃO	
Nível	1.1.3 Os líderes acompanham e dedicam tempo aos projetos de inovação?	Peso
N1	Os líderes sempre acompanham e dedicam tempo aos projetos de inovação.	100%
N2	A maioria dos líderes acompanha e dedica tempo aos projetos de inovação.	75%
N3	Metade dos líderes acompanha e dedica tempo aos projetos de inovação.	50%
N4	Poucos líderes acompanham e dedicam tempo aos projetos de inovação.	25%
N5	Nenhum líder acompanha e dedica tempo aos projetos de inovação.	0
Relevância	1.( ) 2.( ) 3.( ) 4.( ) 5.( ) 6.( ) 7.( ) 8.( ) 9.( )	-

Figura 3. Proposta do Instrumento de Pesquisa.

A Fig. 2 apresenta um exemplo da estrutura do instrumento para os indicadores agrupados no FCS 1.1 pertencente ao Ponto de Vista Fundamental 1 (Alinhamento Organizacional), todos 30 indicadores apresentados na árvore de decisão seguem a mesma estrutura da Fig. 2, totalizando um instrumento com 30 questionamentos. Nota-se que todos os indicadores são compostos pelo número de localização da sua posição na árvore de decisão, nome do indicador, níveis de avaliação, descrição das alternativas e valor de cada nível, em porcentagem.

O retorno do instrumento de pesquisa respondido fornecerá dados quantitativos que alimentarão a modelagem proposta para avaliar a inovação organizacional, além de permitir um diagnóstico da situação no momento da coleta de dados. O foco, neste caso, é promover melhorias nos indicadores que apresentam uma maior relevância de maneira a contribuir mais significativa para alavancar o nível global da inovação

organizacional na geração fotovoltaica distribuída. Além destes resultados, pretende-se com este instrumento proposto verificar a relação do perfil inovador das organizações com os avanços na utilização da energia fotovoltaica, ou seja, verificar se há uma associação entre organizações com características inovadoras e a preocupação com a eficiência energética e busca por alternativas renováveis para geração de energia. Com todos estes resultados esperados, busca-se desenvolver cada vez mais o setor de energia solar, influenciando positivamente na diversificação da matriz energética brasileira.

Além disso, o presente artigo destaca como pontos para pesquisas futuras uma modelagem para mensuração do nível de inovação com base nos resultados do instrumento, e, a possibilidade de uma investigação sobre os fatores sistêmicos que moldam a inovação organizacional no investimento de sistemas fotovoltaicos.

## APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO PROPOSTO EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR VITINÍCOLA

O instrumento de pesquisa foi submetido a uma indústria do setor vitivinícola localizada em uma região de fronteira entre Brasil e Uruguai. A empresa possui um parque solar com 600 painéis fotovoltaicos que servem para suprir 100% da demanda energética do empreendimento, fazendo com que a organização se tornasse a primeira vinícola da América Latina a ser movida a energia solar. O projeto esteve em período de teste a partir de 2013, com 18 painéis instalados fornecendo parte da energia para as instalações. As placas solares também servirão como cobertura do estacionamento, na entrada da propriedade.

O principal objetivo deste projeto de energia solar é fazer que este empreendimento gerasse sua própria energia, aproveitando a nova resolução normativa da ANEEL, a qual estabelece o sistema de compensação de energia elétrica no Brasil, possibilitando que os consumidores possam reduzir custos de eletricidade construindo seus próprios geradores com até 1MW de potência instalada, realizando uma compensação do que foi produzido e trocado com a rede de distribuição, abatendo mensalmente os valores na fatura de energia.

A vinícola respondeu as 30 questões presentes no instrumento, e, apresentou um grau de inovação de 81%, estando enquadrada na classificação de organização plenamente inovadora. O foco, neste caso, é promover melhorias nos indicadores que possuem as maiores taxas de importância de maneira a contribuir significativamente para alavancar ainda mais nível global de inovação da empresa.

## V. CONCLUSÕES

O estudo apresentado teve como ponto de partida a análise de informações bibliográficas e documentais coletadas sobre geração de energia fotovoltaica distribuída e inovação organizacional. Com base no procedimento metodológico e nos resultados, considera-se que objetivo da pesquisa foi atingido, uma vez que o instrumento de pesquisa proposto foi elaborado através do levantamento de indicadores de desempenho que indicarão o nível de inovação em

organizações que possuem um sistema fotovoltaico instalado e em operação.

O instrumento proposto permite que os gestores avaliem a gestão da inovação na organização e, possam desenvolvê-la a partir dos indicadores levantados, os quais auxiliarão na prospecção de cenários futuros e tomadas de decisão. O instrumento foi construído com a identificação de quatro pontos de vista fundamentais, 10 fatores críticos de sucesso e 30 indicadores de desempenho, apresentados em formato de questões fechadas de múltipla escolha.

O instrumento foi submetido a uma indústria do setor vitivinícola localizada em uma região de fronteira entre Brasil e Uruguai, após a resposta das 30 questões, a empresa apresentou um grau de inovação de 81%, sendo considerada plenamente inovadora. A aplicação deste instrumento em uma organização privada evidenciou a relevância da pesquisa, tendo em vista o principal objetivo de desenvolver a gestão da inovação organizacional através de indicadores que geram um diagnóstico atual da inovação em organizações que fazem o uso da geração fotovoltaica em seus processos.

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] EPE, Empresas de Pesquisas Energéticas. *Análise da Inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira*. Nota Técnica (2012). Rio de Janeiro, Brasil. URL: [http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos\\_23/NT\\_EnergiaSolar\\_2012.pdf](http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf)
- [2] IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Investimento em energias renováveis na última década*. (2015). Desafios do desenvolvimento. Brasília, Brasil.
- [3] EPE, Empresa de Pesquisas Energéticas. *Balanco Energético Nacional*. Nota Técnica (2014). Rio de Janeiro. URL: [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2014.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf)
- [4] CARVALHO NETO, J.T, SALAZAR, A.O, LOCK, A.S. *One Cycle Control Based Maximum Power Point Tracker Applied in Photovoltaic Systems*. (2016). Ieee Latin America Transactions, Vol. 14, No. 2.
- [5] HOLDERMANN, C.; KISSEL, J.; BEIGEL, J. Distributed photovoltaic generation in Brazil: An economic viability analysis of small-scale photovoltaic systems in the residential and commercial sectors. *Energy Policy*, Vol. 67, pp.612-617. (2014)
- [6] EPIA, European Photovoltaic Industry Association. *Global Market Outlook for Photovoltaics 2013 a 2017*. (2012). URL: [http://www.epia.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/GMO\\_2013\\_-\\_Final\\_PDF.pdf](http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/GMO_2013_-_Final_PDF.pdf)
- [7] IEA, International Energy Agency, *Energy Technology Perspectives*. (2010). URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp2010.pdf>
- [8] MME/EPE, Ministério de Minas e Energia e Empresa de Pesquisa Energética. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2021*. (2012). URL: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Sumario%20PDE%202021.pdf>
- [9] URBANETZ JUNIOR, J.; CASAGRANDE JUNIOR, E; *Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica do Escritório Verde da UTFPR*. (2012). VIII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético.
- [10] MME/EPE, Ministério de Minas e Energia e Empresa de Pesquisa Energética. *Energia Solar no Brasil e no Mundo*. (2014). URL: [http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143612/24++Energia+Solar+2014+-+Brasil+e+Mundo+\(PDF\)](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143612/24++Energia+Solar+2014+-+Brasil+e+Mundo+(PDF))
- [11] GREENPEACE. *[R]evolução energética: O caminho do desenvolvimento limpo*. (2014). Edição Brasileira, São Paulo. URL: [http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2013/Agosto/Revolucao\\_Energetica.pdf](http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2013/Agosto/Revolucao_Energetica.pdf)
- [12] HITT, M.A.; IRELAND, R.D.; HOSKISSON, R.E. *Strategic management: Competitiveness and globalization*. Independence: Cengage learning, 472 p. 2012.
- [13] SILVA, M.E.; CORRÊA, A.P.M.; GÓMEZ, C.R.P. *Inovando para o Consumo Sustentável: o desafio na construção de um novo paradigma organizacional*. Revista de Negócios (2012), Vol. 17, No. 2.
- [14] Barbieri, J.C. *Organizações inovadoras sustentáveis: uma reflexão sobre o futuro das organizações*. (2007) São Paulo: Atlas.
- [15] PAREDES, B.J.B.; SANTANA, G.A.; FELL, A.F.A. (2014). *Um estudo de aplicação do radar da inovação: o grau de inovação organizacional em uma empresa de pequeno porte do setor metal-mecânico*. NAVUS: Revista de Gestão e Tecnologia, Vol. 4, No. 1, pp.76-88.
- [16] Porter, M. (2009). *Competição*. Rio de Janeiro. Elsevier.
- [17] MARQUES, K.F.S.; SILUK, J.C.M.; NEUENFELDT JUNIOR, A.L; CATTELAN, V.D. (2014). *O Diagnóstico da inovação de uma empresa portuguesa em tempos de crise*. Revista Geintec, Vol. 4, No. 3, pp.1270-1282.
- [18] Terra, J. C. *10 dimensões da gestão da inovação: uma abordagem para a transformação organizacional*. (2012). Rio de Janeiro: Elsevier.
- [19] Dickel, D. G. *Modelagem para Mensuração da Inovação no Setor de Construção Naval e Offshore Brasileiro*. (Dissertação de Mestrado). Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria (2015). Santa Maria.



**Carmen Brum Rosa** recebeu o título de bacharel em Engenharia Química em 2014 pela Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente é mestranda em Engenharia de Produção também na Universidade Federal de Santa Maria. Suas principais pesquisas são: Mensuração de Desempenho Organizacional, Competitividade e Inovação, Avaliação de desempenho na geração de energia fotovoltaica.



**Julio Cezar Mairesse Siluk** recebeu o título de bacharel em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria em 1987. Possui mestrado em Engenharia de Produção também pela Universidade Federal de Santa Maria em 2001 e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2007. Atualmente é professor da Universidade Federal de Santa Maria. Tem experiência na área de Engenharia de Produção e Administração, atuando nos seguintes temas: Gestão Estratégica, Inovação e Competitividade, Avaliação de Desempenho, Planejamento Estratégico, Indicadores de Desempenho, Análise de investimentos e Balanced Scorecard.



**Leandro Michels** recebeu o título de bacharel em Engenharia Elétrica em 2001 e doutorado em Engenharia Elétrica em 2007, ambos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sendo este na área de concentração de Processamento de Energia, na linha de pesquisa de Controle de Processos. Possui experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Controle de Sistemas e Eletrônica de Potência, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas fotovoltaicos, modelagem e controle de conversores estáticos e controle digital aplicado.