



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



# **Análise dos fatores para escolha de uma fonte renovável de energia: Uma aplicação para uso da energia fotovoltaica**

**Heloísa De Araújo Freitas Oliveira**  
**helo\_oliver\_93@hotmail.com**  
FATEC SJC

**Juliana Isabel dos Santos**  
**jisadsantos@gmail.com**  
FATEC SJC

**Luiz Antonio Tozi**  
**luizantoniozi@gmail.com**  
FATEC SJC

**Marcus Vinícius do Nascimento**  
**nascimento.mv@fatec.sp.gov.br**  
FATEC SJC

**Resumo:** A utilização de fontes convencionais para consumo elétrico ocasiona em danos maiores ao meio ambiente, além de também gerar aumento no custo da conta para o consumidor. As condições hidrológicas desfavoráveis nos últimos tempos propiciaram um aumento na oferta por uso destas fontes, sendo que dados do Balanço Energético Nacional apresentam crescimento de 20,5% de uso do petróleo e gás natural como fontes primárias. O presente artigo tem como objetivo identificar fatores de influência no processo de decisão do consumidor para utilização de fonte alternativa como a fotovoltaica. Após uma vasta revisão bibliográfica foi estruturada uma pesquisa de campo, com três critérios que influenciam a decisão, foram eles: retorno de investimento, contribuição ao meio ambiente e grau de dependência. Optou-se por desenvolver a avaliação destes critérios por meio do método Análise Conjunta. Os resultados alegam como principal critério para compra desta tecnologia a contribuição ao meio ambiente, com 50% de relevância.

**Palavras Chave:** Recursos - Meio Ambiente - Consumidor - Energia - Fotovoltaica



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPOSIÓ DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



## 1. INTRODUÇÃO

A procura por fontes de energia baseia-se no fundamento do desenvolvimento das sociedades humanas. Todas as atividades dependem de energia, sendo a diversidade em extração, armazenagem e distribuição os principais objetivos da tecnologia (BRANCO, 1996). Para Abreu, Oliveira e Guerra (2010), à medida que a economia de um país em desenvolvimento cresce e o poder aquisitivo melhora, também aumenta o consumo, sanando, assim, a disponibilidade de recursos que, muitas vezes, são não renováveis.

### 1.1 PROBLEMA EM ESTUDO

De acordo com o Balanço Energético Nacional 2013, desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia, observa-se que do total de energia produzida no Brasil, 55,4% é oriunda de petróleo e cana de açúcar, da qual grande parte destina-se ao consumo do setor industrial e de transporte. Outra fonte com relevante participação na matriz nacional de oferta são as hidrelétricas, as quais representam 12,5% do total. Apesar do menor percentual em relação ao petróleo, a energia produzida pelas hidrelétricas possui participação predominante na disponibilização de eletricidade para uso residencial (BEN, 2014). Porém, segundo a Agência Nacional de Água (2013), a maior parte do recurso hídrico brasileiro se concentra na bacia Amazônica, sendo pouco explorada devido à conservação ambiental.

Alinhado ao problema da produção em hidrelétricas estar convergida na grande área Amazônica, diversas outras regiões do país passam por uma fase de estiagem no período correspondente aos anos de 2014 e 2015. Dessa forma, os níveis pluviométricos não são suficientes para evitar a redução do volume de água nos reservatórios. Sendo estas estruturas base para a produção das hidrelétricas, a capacidade de produção de energia está negativamente impactada.

Em consequência ao cenário exposto, Cortês (2014), por exemplo, considera que o sistema Cantareira, principal reservatório de água do Estado de São Paulo, não estará reestabilizado, no que diz respeito ao volume de água, até o ano de 2019. Cabe ressaltar que o cenário de estiagem deve persistir ao longo do ano de 2015 resultando em abastecimento precário de água e energia elétrica para a população. Por outro lado, em épocas de escassez a Lei Federal nº 9.433/1997 prevê que os acessos aos recursos hídricos devem ser prioritários ao consumo humano e a dessedentação de animais, prejudicando ainda mais a parcela de distribuição de água para o setor de produção energética no Brasil.

Alinhado ao cenário de condição hidrológica desfavorável, dados do Balanço Energético Nacional (2014) reforçam uma hipótese de que ainda há maior interesse na procura e oferta por fontes convencionais. Por exemplo, a produção de energia via petróleo obteve crescimento de 4,6% e o gás natural, 15,9%, em 2013, número que compensaram a demanda por energia hidráulica que obteve decréscimo de 5,4%, no mesmo período (BEN, 2014).

O ponto relevante a ser discutido aqui se baseia na condição de que as fontes convencionais ocasionam em danos maiores ao meio ambiente, como a emissão de gases tóxicos e poluentes, e, também, geram aumento no custo de disponibilização de energia elétrica para o consumidor. No Brasil isso já ocorre desde fevereiro de 2015 com a implantação do sistema das bandeiras tarifárias em vigor desde fevereiro de 2015, houve, somente no Estado de São Paulo, aumento médio de 5,84% no preço da energia elétrica (IBGE, 2015). As Bandeiras Tarifárias funcionam como um sinalizador, conforme há aumento de custo em compra de energias convencionais, este custo é repassado ao consumidor final (ANEL, 2015).



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



## 1.2 RELEVÂNCIA DO ASSUNTO

Para compensar as disfunções da matriz energética apresentadas no item 1.1, há, no mercado, meios alternativos de energia que ainda são pouco explorados. Como exemplo cita-se o uso da energia solar fotovoltaica, que consiste no processo de aproveitamento dos raios solares para a conversão direta em energia elétrica através de painéis fotovoltaicos. O efeito fotovoltaico ocorre na excitação dos elétrons de alguns materiais que são submetidos à iluminação solar (MMA, 2015). Neste aspecto, a maior parte do território brasileiro está localizada em uma zona tropical, de modo que a incidência da irradiação solar é persistente ao longo de todo o ano. Entretanto, se comparado a outros países o potencial de consumo do sistema fotovoltaico no Brasil ainda é subaproveitado. A Alemanha, por exemplo, é líder mundial no mercado fotovoltaico e recebe cerca de 40 % a menos de irradiação solar em relação ao Brasil (SELO SOLAR, 2014).

## 1.1 OBJETIVOS

Baseado no cenário apresentado este artigo tem o objetivo de identificar e ponderar fatores de influência no processo de decisão do consumidor para utilização de fonte alternativa de energia. No cenário proposto será medido o potencial de aceitação da energia fotovoltaica.

Para a realização deste objetivo foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento da literatura específica do tema que dará bases para o melhor entendimento do trabalho.
- Apresentação do panorama de produção de energias elétricas no Brasil.
- Definição dos atributos por meio da técnica Brainstorming para seleção dos níveis de serviço oferecidos na utilização da energia alternativa.
- Aplicação da ferramenta específica: Esta etapa será utilizada a técnica da Análise Conjunta que permitirá avaliar os fatores de decisão para compra de outra fonte de energia alternativa à elétrica.
- Análise de resultados e considerações finais: Realização da conclusão a partir dos dados obtidos pela Análise Conjunta.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será descrito a literatura específica do tema, apresentando as características de fontes alternativas e o atual cenário de aproveitamento destas fontes como a eólica e Fotovoltaica no Brasil. Assim também serão identificadas as principais causas que fizeram com que outros países como a Alemanha, Japão e China se tornassem potências em referência de produção no mercado fotovoltaico.

### 2.1 FONTES ALTERNATIVAS NO BRASIL

Devido aos impactos com a geração de energia convencional, houve a necessidade de produzir, armazenar e principalmente distribuir energia elétrica no Brasil com a utilização de fontes menos poluentes. Segundo Nogueira (2011) a procura por outras fontes é motivada pela mitigação dos efeitos adversos resultantes do aumento excessivo dos preços de combustíveis fósseis, além da diversificação das opções de suprimento e segurança do abastecimento.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

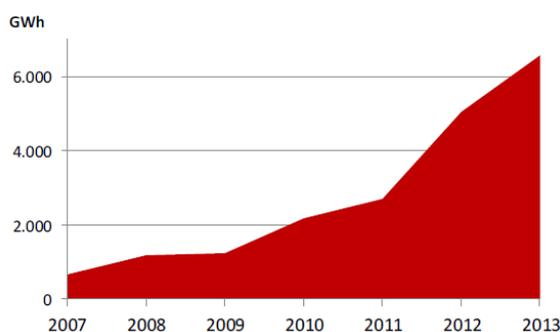
**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



As fontes de energia alternativa, popularmente reconhecidas como fontes limpas, são consideradas aquelas que substituem energia convencional minimizando os impactos ambientais, contribuindo, ao fim, para a segurança energética, uma vez que promovem a diversificação da matriz de abastecimento (LOPES, 2011). Dentre as principais alternativas podemos ter como exemplo a energia eólica e fotovoltaica.

## 2.2 EÓLICA

No Brasil a energia eólica, ganhou bastante força devido ao maior investimento ao programa de incentivo as fontes Alternativas de energia elétrica – PROINFA, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (PEREIRA, et al. 2006). Com o programa em 2013 o potencial eólico atingiu 6.576 Gigas Watts Hora conforme Figura 1 podemos observar este crescente aumento durante os anos desde 2007 (BEN, 2014).



**Figura 1:** Evolução da energia eólica no Brasil.  
**Fonte:** Balanço Energético Nacional (2014).

Apesar do crescente aumento, esta fonte apresenta dificuldades para grande parte do território nacional, localizado fora da costa litorânea do país como a região central e a região amazônica. Segundo Pereira (2014) as usinas eólicas sofrem com a dificuldade de distribuição pelas redes de transmissão que concede o intercâmbio elétrico entre as regiões.

## 2.3 FOTOVOLTAICA

Conforme já posto anteriormente, o Brasil obtém uma grande incidência de raios solares que poderiam ser utilizados como conversão elétrica limpa sem resíduos durante o ano todo, que seria utilizada para a geração e consumo da energia solar (PEREIRA et al., 2006).

A energia solar se divide em dois tipos de uso: energia térmica, utilizada para aquecimento de água através de coletores planos concentrados e fotovoltaica que iremos abordar neste estudo utilizada para transformação de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos (MMA, 2015).

Segundo Silva (2009) um sistema fotovoltaico é basicamente constituído por: painéis fotovoltaicos, inversores, controladores/reguladores e baterias solares.

a) Painéis fotovoltaicos: São estruturados pelo agrupamento paralelo em série de células fotovoltaicas - PV, consideradas o componente mais importante do sistema. Pois a conversão do recebimento da radiação solar em energia elétrica é efetuada através das células PV o que ocasiona em produção de corrente elétrica.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGeT**  
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



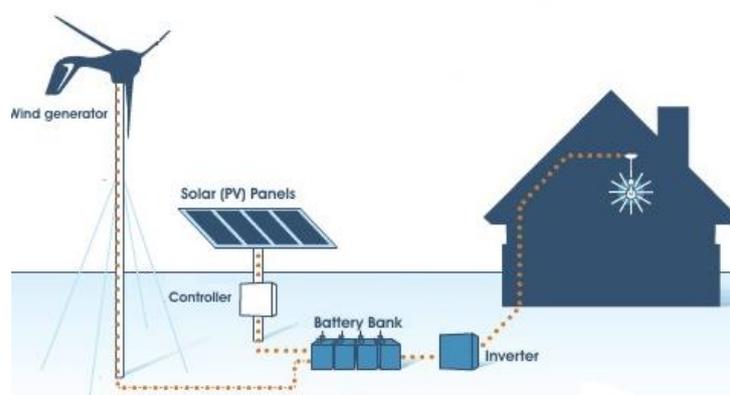
b) Inversores: responsáveis pela conversão em corrente contínua - DC para alternada - AC.

c) Controladores: Efetuam o controle do fluxo de energia, protegendo as baterias.

d) Baterias Solares: Suportam frequentes cargas e descargas.

De acordo com o tipo de sistema fotovoltaico, classificado como autônomo, híbrido ou ligado à rede elétrica, pode haver a adição de outros componentes ao próprio sistema para a utilização residencial.

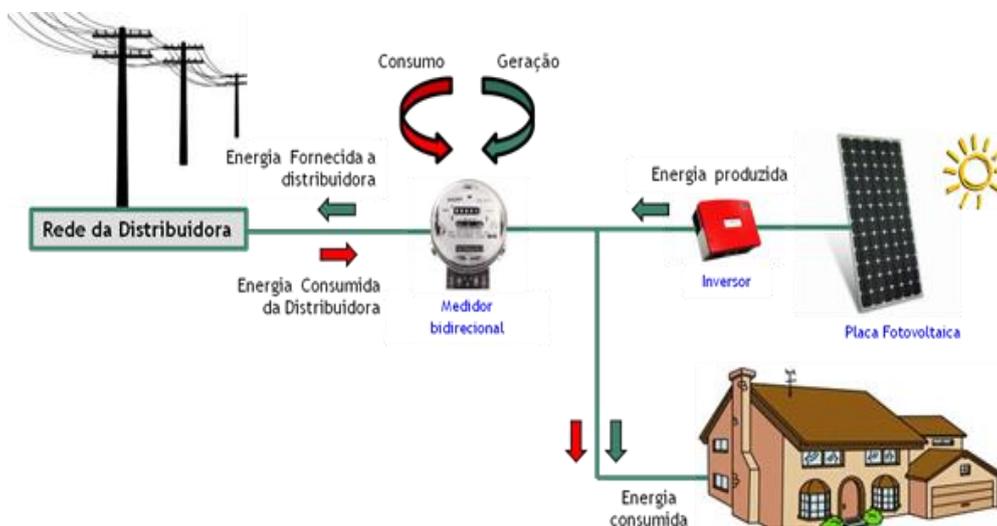
No sistema híbrido, por exemplo, é vital a junção da radiação solar com outra fonte de conversão de energia elétrica, como a eólica que alimentam o sistema com cargas diretamente isoladas. Conforme Figura 2 retirada do Eco Planet Energy (2015) é habitual esta junção onde o foco está em não obter um elevado investimento em módulos fotovoltaicos.



**Figura 2:** Sistema híbrido com junção de turbina eólica.

**Fonte:** Adaptada de Eco Planet Energy (2015).

Para os sistemas ligados à rede, há a devolução do excedente produzido pelos painéis PV à rede elétrica convencional, que retiram também da mesma eletricidade caso haja a necessidade de abastecimento residencial Figura 3. Portanto neste caso, as baterias não são necessárias, na qual a própria rede se torna uma bateria de acumuladores recebendo do inversor a conversão do que foi produzido pelo painel, reduzindo o consumo à rede (SILVA, 2009).



**Figura 3:** Sistema ligado à rede.

**Fonte:** Viridian (2015).



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Os sistemas autônomos como o próprio nome diz, para a sua produção depende apenas da energia solar. Um dos seus principais componentes são as baterias para armazenamento, garantindo assim o abastecimento de energia em épocas de menor radiação solar onde a produção é menor (MAOULAOU, 2013).

No Brasil conforme cenário energético, o uso fotovoltaico não foi tão explorado comparado com outros países que obtém uma política de incentivo maior ao seu uso. Segundo Trigo (2004) a energia fotovoltaica apesar de ser introduzida há algum tempo no setor elétrico, ficou visada sua utilização em aplicações espaciais como o uso em satélites.

Para aumentar a demanda de utilização de energia solar entre a população, são necessários incentivos fiscais. De acordo com Bertoi (2012), os incentivos fiscais visam à redução de custos de instalação, operação e manutenção dos sistemas de energia provenientes de fontes renováveis. Desse modo, os incentivos fiscais iniciam a competitividade em relação às fontes de energia convencionais. Conforme Varela, Cavaliero e Silva (2008), os impostos de maior importância no estímulo à utilização de alguns equipamentos de energia fotovoltaica são: o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de serviços (ICMS) e o Imposto sobre os Produtos Industrializados (IPI).

Podemos citar como medida governamental, a desoneração sobre ICMS sobre a energia que for devolvida para as empresas distribuidoras pelo sistema fotovoltaico ligado à rede de distribuição de eletricidade (conforme demonstrado em Figura 3 anteriormente). Esta medida foi estabilizada pelo Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ – em abril de 2015. Os Estados de São Paulo, Pernambuco e Goiás serão os primeiros a receberem esse incentivo (CONFAZ, 2015).

A seguir será apresentado um breve panorama de como tem sido a experiência de alguns países líderes na aplicação do sistema fotovoltaico para geração de energia.

### 2.3 POTENCIAL FOTOLTAICO NA ALEMANHA

A partir da crise do petróleo em 1970 e por causa de acidentes em usinas nucleares a Alemanha passou a preocupar-se em tornar seu mercado elétrico o máximo possível em energia limpa (NDIAYE, 2013).

Atualmente é considerada líder mundial em produção de energia solar e referência no setor, produzindo 24.700 MW anualmente. Este fato é justificado através da conscientização em diversificar sua matriz energética, alinhado com incentivos governamentais que contribuíram para este Ranking. Segundo Nogueira (2011) a implementação de leis como a EEG – Lei das Energias Renováveis e a programas como 100.000 telhados a partir do ano de 2000 foram os principais responsáveis pela disseminação e penetração da energia fotovoltaica no mercado global, o programa conseguiu atingir em menos de três anos sua meta de 350MW.

### 2.4 POTENCIAL FOTOLTAICO NO JAPÃO

O grande impulso da energia solar no Japão também foi através da crise do petróleo e mais recentemente a redução de gases ao efeito estufa estabelecida ao protocolo de Kyoto em 1997. Fato que definiu como o terceiro maior produtor de energia solar mundial, através de investimentos em programas (SILVA, 2009).

Ainda segundo Silva (2009) o Japão em 2001 passou a preocupar-se em promover programas que focassem mais na investigação e desenvolvimento para fotovoltaica com



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



projetos em tecnologias avançadas e manufatura. O que ocasionou uma colaboração mais unida entre indústria, escolas e o governo, desenvolvendo um mercado em maior escala.

## 2.5 POTENCIAL FOTOLTAICO NA CHINA

A China durante as três última décadas obteve significativo crescimento populacional e crescente aumento no seu Produto Interno Bruto (PIB). Conforme Nonnenberg et al (2008) o país obteve a partir de 2000 a taxa de crescimento médio de 10% ao ano no PIB. Esse aumento ocasionou no consumo maior em recursos como a energia elétrica no país. A preocupação em abastecer a população com fontes alternativas veio através deste cenário, devido a matriz elétrica chinesa ser composta em grande parte por centrais elétricas de carvão que acarretou em grande emissão de gases à atmosfera. Em 2010 segundo o Banco mundial (2010) a China ficou em primeiro lugar no ranking de países com emissão de CO<sub>2</sub> no mundo, com cerca de 8.286.891,952 kt de CO<sub>2</sub> lançados na atmosfera o que corresponde a 25% do total lançado mundialmente.

Segundo Solangi, et al. (2012) para reduzir esta emissão, a China estipulou a meta ao longo prazo de transformar em 30% sua matriz elétrica em energia alternativa até 2050, onde 5% será composta por energia fotovoltaica, aumentando sua capacidade de 140 MW em 2009 para mais de 100 GW até 2050. Para alcançar a meta o país conta com programas de subsídios para instalação de painéis fotovoltaicos e leis que beneficiam o investidor, além do forte investimento em mão de obra qualificada e pesquisa nesse setor.

## 3. APLICAÇÃO DA TÉCNICA BRAINSTORMING

De acordo com Tozi et al. (2009), a técnica brainstorming foi criada em 1945, por Alex Osborn, que visa o incentivo da criatividade e o trabalho em equipe. A técnica brainstorming é utilizada para obter maior quantidade de ideias para a resolução do problema em foco (CHIAVENATO, 2005). Para a análise do nível de serviço foram selecionados os atributos apresentados no Quadro 1 a seguir:

Atributos	Descrição
Retorno de investimento	Refere-se ao prazo de tolerância do consumidor para o capital investido no serviço.
Contribuição ao meio ambiente	Avalia a importância do serviço em relação aos impactos ambientais.
Grau de dependência	Refere-se ao tipo de relação de consumo.

**Quadro 1.** Detalhamento dos atributos de avaliação  
**Fonte:** Autores (2015)

## 4. APLICAÇÃO DO FERRAMENTAL ESPECÍFICO – ANÁLISE CONJUNTA

Neste capítulo será demonstrado a aplicação da ferramenta da análise conjunta que permitirá avaliar os fatores de decisão para compra de outra fonte de energia alternativa à elétrica.

A análise conjunta mensura os julgamentos psicológicos e diferenciais perceptíveis entre as alternativas de escolha, que comparada a um teste de conceito apresenta a definição do produto aos seus consumidores e obtém seu comportamento (KOTLER, 2000).



#### 4.1 APRESENTAÇÃO DO FERRAMENTAL TEÓRICO – ANÁLISE CONJUNTA

A análise conjunta é, segundo Hair et al (2005), uma técnica multivariada utilizada para entender o desenvolvimento das preferências dos respondentes com base no julgamento de atributos, serviços ou ideias, que definem os valores para cada peculiaridade apresentada na pesquisa.

De acordo com Motta (1987), a análise conjunta procura mensurar a separação de funções de utilidade relativa a cada atributo incluso no estímulo, demonstrando sua fórmula decompositiva. Isto mostra a utilidade global em utilidades parciais para cada atributo.

#### 4.2 MODELO DE APLICAÇÃO FERRAMENTAL

De acordo com Resende e Scarpel (2007), a modelagem do problema abordado na pesquisa de comportamento do consumidor, deve ser hábil para descrever o produto ou serviço tanto em termos de suas características relevantes quanto em termo dos valores possíveis para cada uma destas.

Para modelar a Análise Conjunta segundo Tozi (2010), é necessário à construção de um conjunto de produtos ou serviços, reais ou hipotéticos, combinando níveis de utilidade para cada atributo, a fim de gerar resultados mostrando a importância de quanto um produto funciona em relação a um atributo específico.

Neste trabalho optou-se pelo modelo básico de análise conjunta tradicional aditivo, que é a forma mais usual. Este formato facilita o processo de desenho de estímulos e reduz consideravelmente seu número (HAIR et AL.,2005). Dessa forma, o modelo aplicado na pesquisa é representado pela Equação (1):

$$(1) \quad U(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{k_i} \alpha_{ij} X_{ij}$$

Onde:

$U(X)$ : Utilidade global de uma alternativa

$\alpha_{ij}$ : Contribuição do valor parcial ou utilidade associada ao  $j$  – ésimo nível ( $j=1, 2, \dots, k_i$ ) do  $i$ ésimo atributo ( $i=1, 2, \dots, m$ );

$ij$  =Número de níveis de atributo  $i$ .

$n$ =Números de atributos

$X_{ij} = 0$ , quando o  $j$ - ésimo nível ( $j=1, 2, \dots, k_i$ ) do  $i$ ésimo atributo ( $i=1, 2, \dots, n$ ) está presente;

$X_{ij} = 1$ , em caso contrário.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



### 4.3 DESENVOLVIMENTO DO MODELO E PESQUISA

Para a construção da pesquisa de campo, inicialmente foram definidos atributos e seus níveis utilizados na construção dos estímulos. Onde os atributos referem aos fatores determinantes do nível de serviço alinhado à adesão dos consumidores de São José dos Campos quanto à utilização da energia fotovoltaica. E conseqüentemente os níveis de atributos indicam os valores que estes podem apresentar.

Os atributos definidos foram: (1) Retorno do investimento: aos níveis três, cinco e oito anos; (2) Contribuição ao meio ambiente: aos níveis muito e pouco importante; (3) Grau de dependência: aos níveis reduzida ou independente.

Dessa forma foram gerados oito cartões de estímulo conforme o Quadro 2 a seguir:

Cenário	Retorno do investimento	Contribuição ao meio ambiente	Grau de dependência
1	Três anos	Pouco importante	Dependência reduzida
2	Oito anos	Muito importante	Dependência reduzida
3	Oito anos	Pouco importante	Totalmente independente
4	Três anos	Muito importante	Totalmente independente
5	Cinco anos	Muito importante	Totalmente independente
6	Cinco anos	Pouco importante	Dependência reduzida
7	Três anos	Pouco importante	Totalmente independente
8	Três anos	Muito importante	Dependência reduzida

**Quadro 2.** Detalhamento de critérios por cenário

**Fonte:** Autores (2015)

### 4.4 PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa foi realizada no mês de Abril de 2015 com amostra de 30 pessoas, em que a faixa etária era entre 21 a 70 anos. O foco da análise desta pesquisa está sob os consumidores de energia elétrica em São José dos Campos.

Segundo o último Censo de 2010 ao qual demonstra as principais características da população brasileira, São José dos Campos possui grande participação no PIB do estado de São Paulo, dentre todas as cidades sua classificação está em 8º lugar (IBGE, 2010). Outro ponto importante está na porcentagem de ocupação em residência unifamiliar dentro da cidade, popularmente conhecidas como casas, neste requisito a população reside com 80%. Do total de residentes em casas e apartamentos 99% possuem acesso a energia elétrica. Esses dados justificam a escolha de tal cidade para a aplicação da análise.

Cada abordagem foi feita de forma aleatória, com a duração em média de 15 a 20 minutos. A instrução dada aos respondentes foi à ordenação dos oito cartões conforme sua maior preferência finalizando com os de menor preferência. As amostras pesquisadas relacionadas aos perfis número de moradores nas residências; sexo e idade que serão apresentadas a seguir:

O Quadro 3 apresenta o percentual da amostra coletada em relação à divisão conforme a quantidade de moradores por residência.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



<b>Quantidade de morador por residência</b>	<b>Percentual</b>
1	13%
2	17%
3	33%
4	17%
5	10%
6	10%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Quadro 3.** Divisão conforme a quantidade de moradores por residência.

**Fonte:** Autores (2015)

De acordo com a apuração, as residências com três moradores obtiveram o maior com percentual com 33% do total da amostra coletada.

O Quadro 4 apresenta o percentual da amostra coletada em relação à divisão conforme o sexo.

<b>Sexo</b>	<b>Percentual</b>
Feminino	67%
Masculino	33%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Quadro 4.** Divisão conforme o sexo

**Fonte:** Autores (2015)

De acordo com a apuração, o sexo feminino obteve o maior percentual com 67% do total da amostra coletada.

O Quadro 5 apresenta o percentual da amostra coletada em relação à divisão conforme a idade.

<b>Idade</b>	<b>Percentual</b>
20 a 40 anos	60%
41 a 60 anos	27%
61 a 80 anos	13%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Quadro 5** Divisão conforme a idade.

**Fonte:** Autores (2015)

De acordo com a apuração, a idade dentre 20 a 40 anos obteve o maior percentual com 60% do total da amostra coletada.

#### 4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos dados obtidos através da pesquisa de campo, foram realizadas duas análises. De acordo com Tozi (2010), as análises são:

1. Análise da importância - Indica a importância relativa de cada produto considerando quanto cada atributo influencia a composição da preferência total do



produto. Quanto maior a amplitude da preferência, maior a importância do atributo.

2. Análise da preferência – Apresenta a medida numérica das preferências individuais para um determinado nível de atributo. Quanto maior o valor, maior a preferência.

Os dados pesquisados foram inseridos no software Excel, utilizando a ferramenta Solver. Segundo Resende e Scarpel (2007), modelo matemático de análise conjunta utilizado na pesquisa pode representado pelas Equações (2) e (3), que representam, respectivamente:

Função objetivo: Minimizar o erro quadrático médio (MSE).

$$(2) \quad \text{Min MSE} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Sujeito às seguintes restrições:

$$(3) \quad \hat{y} = \bar{y} + \sum_j \sum_k \beta_{jk} \cdot x_{ijk} \quad \text{sendo,} \quad \sum \beta_{jk} = 0, \quad j = 1, \dots, t$$

Em que:

$y$  = preferência do estímulo;

$N$  = número de estímulos;

$t$  = número máximo de atributos;

$\hat{y}_i$  = estimativa de  $y_i$ ;

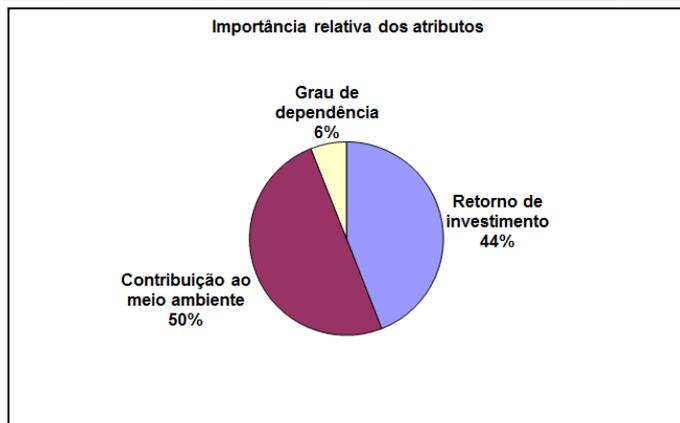
$\bar{y}$  = valor médio de  $y$ ;

$\beta_{jk}$  = peso a ser calculado do atributo  $j$  ( $j=1, \dots, t$ ) na categoria  $k$  ( $k=1, \dots, r$ );

$x_{ijk} = 1$ , se o produto  $i$  possui o atributo  $j$  no nível  $k$ , e  $0$ , caso contrário;

#### 4.7 ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA

A Figura 4 a seguir mostra o quanto cada atributo influencia o consumidor na utilização da energia solar fotovoltaica. De acordo com pesquisa, dentre o público entrevistado o fator mais importante foi à contribuição do meio ambiente com 50%, seguido do retorno do investimento com 44% e por último o grau dependência com 6%.



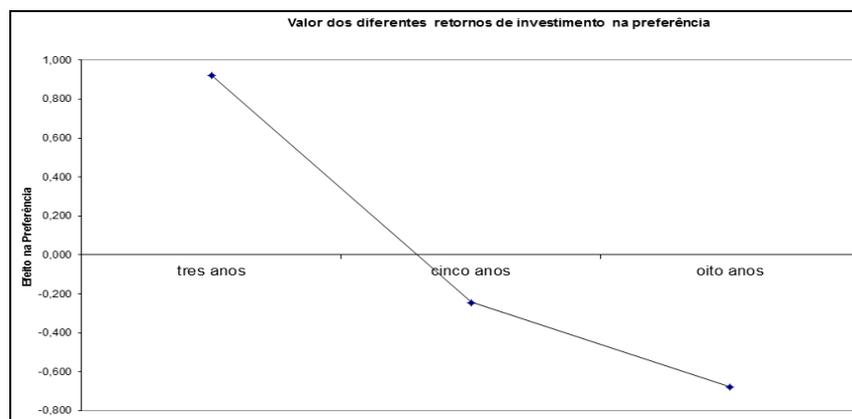
**Figura 4:** Importância relativa dos atributos  
**Fonte:** Autores (2015).

O fator mais influente demonstra a mudança da postura do consumidor em relação à contribuição ao meio ambiente, devido aos impactos ambientais causados no consumo de apenas uma matriz energética.

#### 4.8 ANÁLISE DA PREFERÊNCIA

Análise da preferência determina a preferência do respondente para cada nível de atributo: Retorno de investimento; Grau de dependência e Contribuição ao meio ambiente. Os valores envolvidos na análise têm como objetivo, definir a quantidade escolhida pela preferência dos consumidores quanto aos níveis apresentados a seguir:

- A análise da Figura 5 indica que a maior preferência entre os níveis dispostos foi o retorno de investimento em três anos. Com este resultado, nota-se que a expectativa do consumidor para o capital investido ao aderir à energia fotovoltaica como matriz energética, seja em curto prazo. De acordo com uma pesquisa feita pelo SPC (2013), este comportamento explica-se devido ao forte fator cultural brasileiro tendente ao imediatismo.

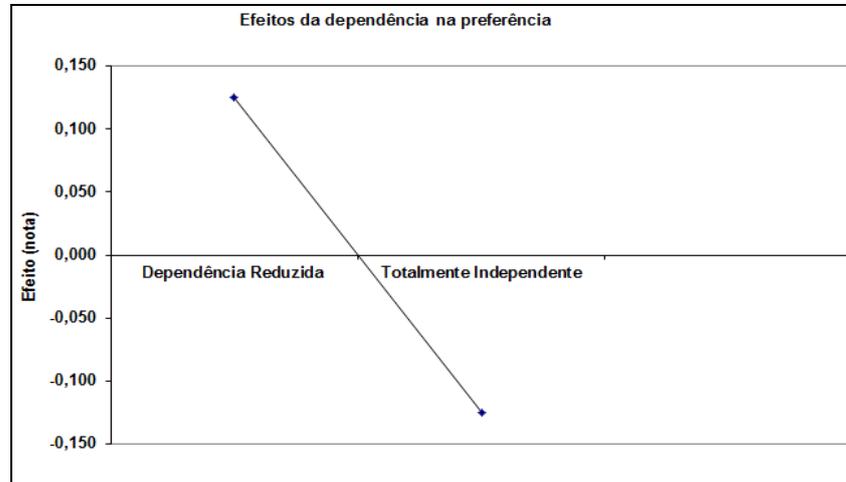


**Figura 5.** Valor dos diferentes retornos de investimento na preferência  
**Fonte:** Autores (2015).

- A análise da Figura 6 apresenta que os níveis dispostos sobre a dependência do serviço, dividem opiniões. Na utilização da energia fotovoltaica, parte dos consumidores prefere ser totalmente independente enquanto a outra parte prefere ter uma dependência

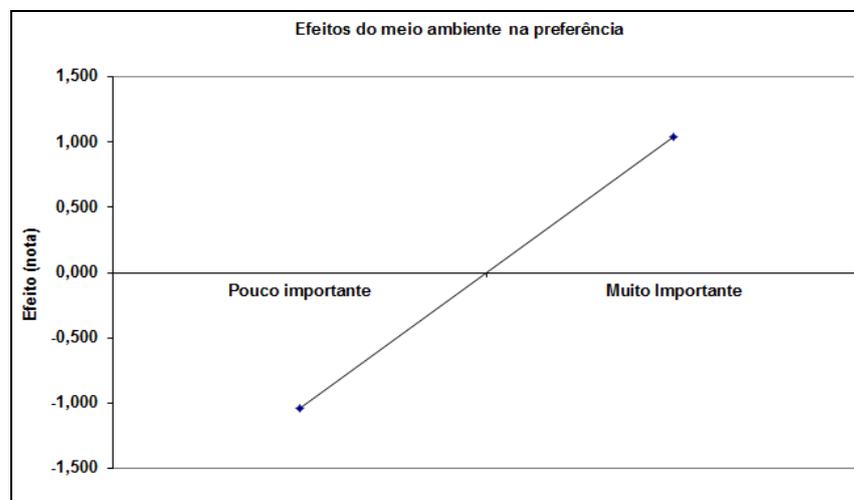


reduzida. Desse modo, é possível observar a confiabilidade de alguns entrevistados na dependência de uma nova fonte de energia, entretanto, há insegurança por parte de outros entrevistados em relação a esse novo hábito de consumo, tendendo para a utilização de mais uma fonte de energia.



**Figura 6.** Efeitos da dependência na preferência  
**Fonte:** Autores (2015).

- A análise da Figura 7 aponta que a maior preferência entre os níveis dispostos foi a de muito importante em relação aos efeitos do meio ambiente. Os resultados evidenciam a modificação do comportamento do consumidor em relação à preservação ambiental.



**Figura 7.** Efeitos do meio ambiente na preferência  
**Fonte:** Autores (2015).

## 5. CONCLUSÃO

A pesquisa aponta para a adoção de uma nova tecnologia elétrica como os painéis fotovoltaicos em residências de São José dos Campos, o principal atributo de influência para compra está na contribuição ambiental que esta tecnologia oferece. Seguindo de outro fator importante para escolha que está no retorno de investimento que no caso os respondentes optaram por um retorno de curto prazo e médio prazo. Isto reforça a importância de investimentos governamentais em desenvolvimento de pesquisa e incentivo para a produção de painéis que possibilitem a diminuição no investimento inicial na compra, que em muitos



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



casos torna-se de alto custo com retorno de longo prazo. Outro ponto seria uma mudança cultural com a disseminação da educação sobre os benefícios de um planejamento elétrico de longo prazo aos painéis fotovoltaicos.

Os entrevistados demonstraram uma tendência para a adoção do sistema fotovoltaico adotado na cidade em questão ligado à rede, porém, devido a experiências anteriores os consumidores demonstraram certo receio em se tornar auto produtores, possibilitando também o aproveitamento do alto volume de redes de transmissão já instaladas pela energia hidráulica.

Assim fica compreensível que a tecnologia fotovoltaica possui um grande potencial para uso em São José dos Campos. Porém para sua implantação com eficácia seria necessário o desenvolvimento de cultura para este tipo de fonte, já que seu custo é elevado e obtém retorno em longo prazo.

## REFERÊNCIAS

**ABREU, Y. V; OLIVEIRA, M.A.G; GUERRA, S. M.** Energia, sociedade e meio ambiente. Brasil: Palmas, 2010.

**ANA.** Agência Nacional de Águas - Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos. Disponível em [http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite\\_relatorioConjuntura/projeto/index.html](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html) Acesso em 15/03/2015.

**ANTEL.** Entenda o que muda nas bandeiras tarifárias. Disponível em [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=8395&id\\_area=90](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8395&id_area=90) Acesso em 10/02/2015.

**BEN.** Balanço energético nacional – Relatório Final. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal.aspx?anoColeta=2014&anoFimColeta=2013> Acesso em: 28/02/2015.

**BERTOI, E. F.** Análise dos incentivos à micro geração distribuída sob a perspectiva da viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede. 2012. 68 fl. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Gestão de Energia) – Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

**BRANCO, S. M.** Energia e meio ambiente. São Paulo: Moderna, 1996.

**CONFAZ.** Ajuste SINIEF, 2 de abril de 2015. Disponível em <https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/ajustes/2015/ajuste-sinief-2-15> Acesso em 17/05/2015.

**CÔRTEZ, L. P.** Painel do Engema discute crise hídrica em São Paulo. Disponível em <http://www.portalfea.fea.usp.br/fea/noticias/painel-do-engema-discute-crise-hidrica-em-sao-paulo> Acesso em 17/04/2015.

**CHIAVENATO, I.** Administração novos tempos. 2 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

**ECO PLANET ENERGY.** Sistema híbrido. Disponível em <http://www.ecoplanetenergy.com/pt-br/sobre-eco-energia/visao-geral/energia-hibrida/> Acesso em 14/05/2015.

**HAIR, I. F. J; et al.** Análise multivariada de dados. 5. Ed Porto Alegre : Bookman, 2005.

**IBGE.** Censo Demográfico 2010. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354990&search=sao-paulo|sao-jose-dos-campos>. Acesso em 31/05/2015.

**IBGE.** Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc\\_ipca/default\\_ult\\_atu.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/default_ult_atu.shtm) Acesso em 08/03/2015.

**KOTLER, P.** Administração de marketing : a edição do novo milênio. São Paulo: Atlas, 2000.

**LOPES, V. L.** Políticas de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica no Brasil. 2011.77 f. Monografia (Doutorado em Ciências da engenharia em energia) - UNIVPM – Università Politecnica delle Marche, Ancona, Itália, 2013.



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



**MAOULAOU K. E, POLONARA F.** Sistemi solari stand-alone per il mantenimento della catena del freddo. 2013.197 f. Tese (Bacharelado em Ciências Econômicas) - UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

**MOTTA, P. C.** Análise Conjunta: Modelo e aplicação. Revista de Administração, nº 22 pag. 17-24, Abril-junho 1987

**MMA.** Ministério do Meio ambiente. Disponível em <http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-solar> Acesso em 17/04/2015.

**NOGUEIRA, L. G.** Políticas e Mecanismos de Incentivo às Fontes Renováveis Alternativas de Energia e o Caso Específico da Geração Solar Fotovoltaica no Brasil e no Chile. 2011. 170 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos no Curso de Engenharia Mecânica) - UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

**NONNENBERG, M.B., LEVY M. P, NEGRI F. e COSTA P. K.** O crescimento econômico e a competitividade chinesa. IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para discussão nº 1333. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 2008. 32 f.

**NDIAYE, S. P.** Operação de conversores back-to-back para aproveitamento de energia fotovoltaica. 2013.181 f. Tese (Tese para título de doutor em Engenharia Elétrica) COOPPE – Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

**PEREIRA B. E, MARTINS R. F., ABREU L. S., E RUTHER R.** Atlas Brasileiro de Energia Solar. Disponível em [http://sonda.ccst.inpe.br/publicacoes/atlas\\_solar.html](http://sonda.ccst.inpe.br/publicacoes/atlas_solar.html) Acesso em 12/04/2015.

**PEREIRA S. V., E VENTURA F. A.** Comparativo da Energia Eólica com a energia elétrica no Brasil. In: FATECLOG – CONGRESSO DE LOGÍSTICA DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA DO CENTRO PAULA SOUZA. São José dos Campos. Anais 2.1 distribuição. São José dos Campos, 2014.10 f.

**RESENDE, C. B.; SCARPEL, R.A.** Análise dos fatores determinantes da precificação de bens de consumo: um caso na indústria automobilística. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA. Rio de Janeiro, 2007. Anais Rio de Janeiro: MB, 2007. CD ROM

**SELO SOLAR, 2014.** Diretrizes para obtenção do Selo Solar. Disponível em [http://www.selosolar.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Diretrizes-Selo-Solar\\_REV2014\\_dez.pdf](http://www.selosolar.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Diretrizes-Selo-Solar_REV2014_dez.pdf) Acesso em 17/04/2015.

**SILVA, G. H. E AFONSO, M.** Energia solar fotovoltaica: Contributo para um roadmapping do seu desenvolvimento tecnológico. 2009 55f. Tese (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e computadores) – Universidade Nova de Lisboa, Monte de Caparica, Portugal, 2009.

**SOLANGI K. H., AMAN M. M. RAHIM N. A., FAYAZ H., E ISLAM M. R.** Energia Present Solar Energy Potential and Strategies in China. International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 3, n. 5, Outubro 2012

**SPC.** Análise de comportamento de consumo 2013. Disponível em: [http://meubolsofeliz.com.br/wp-content/uploads/2014/01/spc\\_brasil\\_analise\\_comportamento\\_consumo\\_2013.pdf](http://meubolsofeliz.com.br/wp-content/uploads/2014/01/spc_brasil_analise_comportamento_consumo_2013.pdf) Acesso em : 31.05.2015.

**TOZI, L. A.** Avaliação da importância de atributos de nível de serviço em terminais de cargas em aeroportos. 2010.160f. Tese (Doutorado em Ciência no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de produção) –ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2010.

**TOZI, L. A.; CORREIA, A. R.; LEITE, A. A. C.; NOGUEIRA, S. A. F.** Análise Multicriterial das Técnicas de gerenciamento de risco associadas ao modal rodoviário de cargas: aplicação ao caso do cluster aeronáutico do Vale do Paraíba, FATEC/ITA, 2009.

**TRIGOSO, M. B. F.** Demanda de Energia Elétrica e Desenvolvimento socioeconômico: o caso das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos. 2004. 336f. Tese (Pós-graduação em Energia) – USP –Universidade De São Paulo, São Paulo, 2004.

**VARELA, F. K. O. M; CAVALIERO,C. K. N.; SILVA, E. P.** Energia solar fotovoltaica no Brasil: Incentivos regulatórios. Revista Brasileira de Energia, Vol. 14, pp. 9-22, 2008.

**VIRIDIAN.** Tecnologia/ Energia Solar Fotovoltaica. Disponível em <http://www.viridian.com.br/tecnologia/energia+solar+fotovoltaica/4> Acesso em 16/05/2015.

**WORD BANK SEARCH.** CO2 emissions kt in millions. Disponível em <http://search.worldbank.org/all?qterm=Ranking+de+pa%C3%ADse+com+emiss%C3%A3o+de+CO2>. Acesso em 15/05/2015.