

Sustentabilidade energética: proposta de um simulador de geração distribuída de energia renovável

Energy sustainability: proposal of a simulator of distributed generation of renewable energy

Júlio César Pinheiro Pires, Dr., Universidade Federal de Santa Maria

julio.pires@ufsm.br

Branca Freitas de Oliveira, Dra., Universidade Federal do Rio Grande do Sul

branca@ufrgs.br

Resumo

A geração distribuída de energia pode ser considerada benefício sustentável, porém ainda não é uma prática disseminada no Brasil. Entre alguns dos entraves que minimizam sua utilização está a desinformação a respeito do assunto. Este artigo descreve os procedimentos para desenvolvimento de um simulador de geração de energia no formato web-based, a partir de um simulador existente. O sistema existente permite simular apenas energia eólica, ao passo que o proposto considera simulação de energia eólica, solar fotovoltaica e híbrida (solar + eólica). Na elaboração do novo simulador levou-se em conta a leveza e velocidade de uso, além de uma nova identidade visual diferente do aplicativo original. O produto resultante conta com uma organização em abas, permitindo alternar entre as partes e etapas, melhorando a experiência de simulação em relação ao aplicativo de referência. O aplicativo foi disponibilizado gratuitamente na web no período de 22/12/2017 a 09/06/2018 e obteve 208 simulações feitas por diferentes usuários, auxiliando na divulgação de benefícios da geração distribuída de energia elétrica.

Palavras-chave: Geração distribuída; Energia eólica; Energia fotovoltaica; Sustentabilidade energética; Energias renováveis.

Abstract

Distributed energy generation can be considered a sustainable benefit, but it is not yet widespread in Brazil. Among some of the obstacles that minimize its use is the misinformation about the subject. This article describes the procedures for developing a simulator of power generation in web-based format, from an existing simulator. The existing system allows to simulate only wind energy, while the proposed one considers wind, solar photovoltaic and hybrid (solar + wind) simulation. The new simulator takes into account the lightness and speed of use, as well as a new visual identity different from the original application. The resulting product has an organization in tabs, allowing to switch between the parts and steps, improving the simulation experience in relation to the reference application. The application was made available free on the web in the period 12 / 22 / 2017 to 06 / 09 / 2018 and obtained 208 simulations made by different users, aiding in the dissemination of benefits of distributed generation of electric power.

Keywords: *Distributed power generation; Wind energy; Photovoltaic energy; Energy sustainability; Renewable energy.*

1. Introdução

Geração distribuída de energia é aquela que é feita descentralizada, gerando alguns benefícios como a redução de dependência de concessionárias de energia elétrica, economia financeira, entre outros.

A conversão de eletricidade feita por TEPP (Turbina Eólica de Pequeno Porte) ou por FV (painéis Fotovoltaicos) pode ser considerada, dependendo da potência dos equipamentos de conversão e da energia gerada, geração distribuída. De acordo com ANEEL, 2016, geração distribuída e geração compartilhada de energia se dão quando são utilizados equipamentos de conversão local, com potência igual ou inferior a 75kW.

A Resolução Normativa 687, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2016), especifica que qualquer proponente que queira gerar sua própria energia elétrica pode solicitar a ligação de seu conversor na rede da concessionária de energia elétrica que o abastece. Desta maneira é possível fornecer energia para rede gerando créditos de energia em caso de geração excedente. Ao mesmo tempo, esses créditos podem ser usados quando ao proponente não for possível gerar ou quando a geração não for suficiente para seu consumo total.

Entende-se que exista uma falta de interesse na divulgação desses benefícios, por isso os mesmos podem não estar claros o suficiente para incentivar pessoas a aderir a esta prática. O número de investimentos em sistemas de microgeração é considerado baixo no Brasil. Até junho de 2017, o país registra apenas 7.208 unidades consumidoras com geração distribuída. Destas, 51 são por TEPP e 10.957 por FV, totalizando 96.185kW de potência instalada (ANEEL, 2017). Ao mesmo tempo, destaca-se a produção norte americana, que em 2014 registrava conversão na ordem de 5.251MW de energia somente por sistema solar fotovoltaico (ELECTRICITY MONTHLY UPDATE, 2014).

A desinformação é uma das principais causas da baixa adesão, porém o desinteresse das fornecedoras de energia em divulgar tais benefícios colabora para baixa procura em investimento para produção própria de energia.

Se por um lado a falta de informações restringe o crescimento da geração distribuída no Brasil, por outro lado existem ações para minimizar este fato. Um número cada vez maior de sistemas de informação na área de energia pode ser encontrado na web, em páginas de institutos ligados a sustentabilidade, páginas de empresas de equipamentos, laboratórios de pesquisas e etc. A tendência de tais sistemas é informar aos usuários como melhorar o uso da eletricidade, torna-lo mais racional, bem como informar sobre geração própria de energia elétrica, principalmente por fontes renováveis.

O presente artigo apresenta um sistema web-based onde se pode realizar simulações na área de energia elétrica. A partir de um aplicativo existente desenvolveu-se dois novos módulos, incrementando as possibilidades de realização de simulações por fontes renováveis eólica, solar e híbrida (eólica + solar).

2. O aplicativo existente

Em 2016 foi publicado o aplicativo de simulação SIEólica no portal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Este aplicativo (fig. 1) permite realizar simulações para verificar a carga elétrica de uma residência, assim como saber características de uma turbina eólica para suprir esta carga. Além disso é possível simular o tempo do retorno financeiro ao investir em uma entre quatro opções de turbinas eólicas disponíveis no aplicativo. Este aplicativo faz parte de um sistema de informação homônimo no formato de página de internet, que conta com informações sobre energia eólica (PIRES E OLIVEIRA, 2016).

SIEólica
 Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Simulação de Sistema de Geração

Preencha com seus dados e saiba como gerar sua energia com uma turbina eólica

1. Dados gerais

Preço kWh* Velocidade média vento** Conversor de km/h para m/s

RS m/s km/h = m/s

*Os valores resultantes das simulações não consideram incidência de impostos nem taxas de qualquer natureza, apenas o valor do kWh informado pelo usuário.
 **Velocidade média no sul do Brasil de 5.5m/s a 6.5m/s de acordo com o Atlas Eólico Brasileiro

2. Dados da instalação elétrica

Quantidade de aparelhos	Tempo de uso por dia (em horas)	Uso
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Ar cond. 7500 BTU - 1100W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Ar cond. 12000 BTU - 1900W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Aspirador de pó - 1000W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Boiler elétrico - 5000W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Chuveiro verão - 3200W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Chuveiro inverno - 5400W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Computador - 350W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Estufa - 1500W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Ferro de passar - 1000W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lav. roupas A. Cuenle - 1500W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lava jato - 350W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Microondas - 1300W
<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="24"/>	Refrigerador - 75W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Secadora roupas - 3500W

Quantidade de aparelhos	Tempo de uso por dia (em horas)	Uso
<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="24"/>	Freezer - 120W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Fritadeira Elétrica - 1200W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lâmpadas incandesc. - 100W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lâmpadas incandesc. - 60W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lâmpada eletrônica - 13W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lâmpada eletrônica - 20W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lâmpada fluorescente - 32W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lavadora pratos - 2700W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Lav. roupas A.Fria - 600W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Torneira elétrica - 3500W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	TV 32" a 40" - 200W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Ventilador comum - 100W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Ventilador de teto - 200W
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Potência adicional em W

Legenda gráficos de consumo: igual ou menor de 10% do total entre 11% e 15% do total maior de 15% do total

3. Resultados de cargas, consumo e valor

Carga instalada Carga demandada (Conf. RIC) Carga de uso real/mês (kWh) Consumo médio/mês (30 dias)

RS

Figura 1: Interface do SIEólica

O Aplicativo SIEólica foi implementado inicialmente como protótipo funcional, utilizando-se JavaScript, HTML (Hypertext Markup Language) e CSS (Cascading Style Sheets), priorizando-se leveza e não necessidade de banco de dados. Para usuários, a

principal característica pretendida no aplicativo foi a usabilidade (PIRES E OLIVEIRA, 2016).

3. Proposta de um novo simulador

A partir da experiência com o aplicativo web-based SIEolica, cujo funcionamento está vigente desde o início de 2016, constatou-se, através de dados de acessos, que a realização de simulações pode auxiliar na obtenção de informações sobre geração de energia (geração distribuída e geração compartilhada). Por este fato, o acréscimo de outros módulos, diversificando as fontes de conversão, representam um ganho em relação ao aplicativo original. A realização de simulações de geração de energia por fonte solar fotovoltaica significa um incremento em um simulador como SIEolica. Além disso a elaboração do módulo solar permite ou facilita a implementação de outro módulo, onde usuários possam simular geração híbrida, ou seja, utilizando ambas as fontes de energia.

3.1. Revisão do leiaute

O Aplicativo original conta com uma identidade visual caracterizada por símbolos e cores específicos. Esta caracterização ajuda usuários a identificar o aplicativo, contribuindo para associação do conteúdo com o próprio leiaute.

Apesar disso, propõe-se uma mudança em tais características para facilitar uma desvinculação deste aplicativo, pois pretende-se que usuários tenham experiência nova, ficando apenas algumas características do formulário do SIEolica iguais. Desta maneira o leiaute do aplicativo revisado (fig. 2) conta com abas laterais onde o usuário poderá escolher e alternar entre elas na realização de simulações. Algumas destas abas devem ser utilizadas sequencialmente, pois resultados de umas são utilizados por outras.



Figura 2: Leiaute revisado proposto

Foram implementadas 7 abas com conteúdo independente. Algumas destas abas (Introdução, Ajuda e Sobre o sistema) estão inseridas como iframe no arquivo index HTML, liberando este arquivo principal para programação do conteúdo dos simuladores. Esta separação faz parte do sistema de separação implementado em SIEolica para arquivos de funções tipo JavaScript e arquivos de apresentação visual tipo CSS, assim como outros conteúdos que não fazem parte dos simuladores.

O sistema de abas conta com o seguinte conteúdo:

- 1) Aba Introdução: Boas-vindas ao aplicativo, texto explicando do que se trata o sistema, três figuras que remetem aos três tipos de simulações possíveis e alguns links institucionais.
- 2) Aba Instalações Elétricas: Esta aba apresenta a parte de SIEolica onde usuários fornecem o preço do kWh de sua concessionária e escolhem aparelhos e tempo de uso de cada um para simular seu consumo de eletricidade em um mês.
- 3) Aba Energia Eólica: Simulador de energia eólica. É o mesmo de SIEolica, com todas suas funcionalidades.
- 4) Aba Energia Solar: Implementado a partir desta pesquisa. Formulário onde o usuário simula geração de energia solar a partir de algumas escolhas como local onde se encontra no Brasil e tipo de painel fotovoltaico.
- 5) Aba Híbrido: Módulo novo também. Consiste em um simulador considerando energia eólica e solar. O usuário poderá escolher alguns parâmetros e solicitar ao aplicativo para calcular a proporção mais econômica.
- 6) Aba Ajuda: Contém o Guia do Usuário, nos moldes de SIEolica, para auxiliar a realização de simulações durante a experiência do usuário no aplicativo.
- 7) Aba Sobre o Sistema: Conteúdo inserido como iframe para relatar informações sobre o sistema, sobre seus autores e sobre a pesquisa que gerou tal produto.

3.2. Energia solar

A simulação de conversão fotovoltaica inicia pela escolha da região onde o usuário instalará seu sistema. Foi implementado um mapa do Brasil com 5 regiões (norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul) possibilitando a escolha por clique (figura 3). Ao selecionar uma região, o sistema mostrará a radiação global média em kWh/m², de acordo com o Atlas de Energia Solar do Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil.



Figura 3: Aba energia solar

Após a escolha da região, o usuário segue com a simulação preenchendo ou não campos com os três últimos valores de carga consumida. Nesta parte, se preferir, o usuário poderá considerar o valor da carga preenchida previamente na aba Instalações Elétricas. Para isso, basta preencher o conteúdo da referida aba que a parte de energia solar, assim como a eólica, herdar os resultados de cargas para simulação.

Os resultados da simulação serão apresentados de duas maneiras: sistema para suprir toda a demanda do usuário e escolha de tipos diferentes de painéis. Na primeira maneira será apresentada a energia produzida por metro quadrado de sistema, de acordo com a região selecionada, a área de painéis e a quantidade de painéis (considerando um tamanho padrão de painel de 1,63x0,98m). Na segunda maneira o usuário poderá escolher um entre quatro tipos de painéis para seu sistema (silício monocristalino, silício policristalino, silício amorfo e telureto de cádmio), conforme figura 4. Além disso o sistema informa a quantidade de CO₂ equivalente emitida na atmosfera que se evita pela adoção do sistema selecionado.



Figura 4: Resultados de simulação energia solar

3.3. Simulação híbrida

O sistema proposto considera simulação de conversão de energia por fonte eólica, solar e híbrida. A parte híbrida trata de conversão pelas duas fontes. Assim, foi implementada a aba Sistema híbrido, onde esse tipo de simulação pode ser realizada.

A simulação de sistema híbrido apresenta resgate de valores de cargas da aba Instalações Elétricas e/ou possibilidade de preenchimento dos três últimos valores de cargas consumidos, assim como na simulação eólica e solar fotovoltaica. Além disso, também há o resgate das informações fornecidas nas abas Energia Eólica e Energia Solar. Dessa maneira o usuário não precisará preencher formulários novos, uma vez que já informou seus dados nas referidas abas. Entretanto, para simulações que serão realizadas somente na modalidade híbrida, o usuário terá que voltar à aba Instalações elétricas se quiser considerar resultados daquela parte. O restante dos dados necessários para este tipo de simulação podem ser preenchidos diretamente nesta aba.

Após definidos os parâmetros, o sistema irá considerar a melhor relação custo-benefício, onde o retorno financeiro do valor investido se dará em menor tempo. Os resultados da simulação híbrida são apresentados conforme a fig. 5.

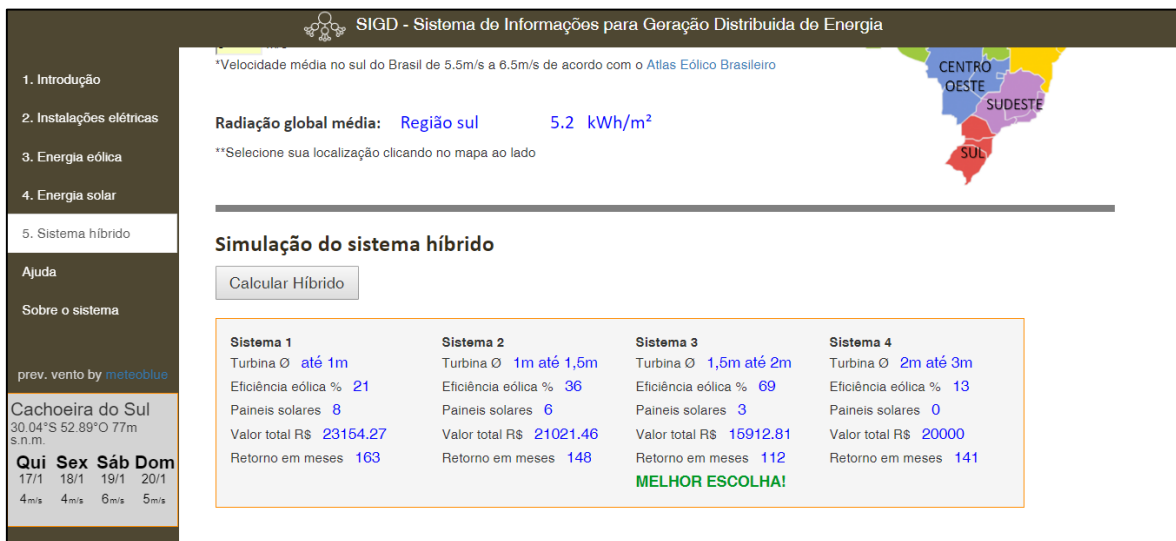


Figura 5: Resultados de simulação híbrida

Ao realizar a simulação híbrida, o usuário depara-se com quatro opções de sistemas, cada um mostrando características diferentes. Os sistemas implementados nesta parte apresentam os seguintes dados: diâmetro da turbina, eficiência eólica, painéis solares, valor total investido (em Reais) e retorno em meses. Na figura 5 é possível ver os resultados de uma simulação para sistemas híbridos que considerou uma carga a suprir de 290kWh, com preço por quilowatt de R\$ 0,49. Nesta simulação a melhor escolha para o usuário foi o Sistema 3, onde é considerada uma turbina eólica de pequeno porte, com diâmetro entre 1,5m e 2m. Esta turbina poderá suprir, se for instalada em um local com vento médio de 6m/s, até 69% da carga informada pelo usuário. O restante (31%) será suprido por 3 painéis fotovoltaicos, instalados na região sul do Brasil, onde a Radiação global média,

segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, é de 5,2kWh/m². As escolhas da localização do usuário e da velocidade média de vento são feitas por ele mesmo, clicando na região do mapa inserido nesta parte do simulador e preenchendo o campo de velocidade média de vento.

4. Funções em JavaScript

A parte lógica do sistema foi implementada em linguagem JavaScript, com arquivos externos, com atributo tipo src para ligar ao arquivo Index.html, que renderiza a página no navegador do usuário.

A organização do sistema é fundamental para entendimento parcial e global. A utilização de métodos de separação caracteriza ganho quando a elaboração e manutenção do sistema são feitos por grupos de pessoas (times de desenvolvimento).

O sistema desenvolvido nesta pesquisa utiliza método de abstração procedimental para resolver problemas de separação. Abstração procedimental, segundo Aguilar (2008), é quando subprogramas podem ter seus códigos independentes do programa principal, desde que sirvam ao propósito deste. Assim este método foi executado separando-se a parte lógica da parte visual do aplicativo de simulação.

Da abstração proposta resultaram 30 arquivos do tipo .js, que executam funções. Estes arquivos estão referenciados ao arquivo principal (index) do sistema. Do total destes arquivos, 15 são novos, implementados a partir desta pesquisa e 15 são resultantes da pesquisa de Pires e Oliveira (2016), elaborados para o SIEolica.

O quadro 1 apresenta alguns dos novos arquivos e suas funções dedicadas ao sistema.

Arquivo	Função
CalcularHibrido	Calcula a melhor solução para simulação considerando conversão de eletricidade por TEPP e Painéis fotovoltaicos. Os resultados são: diâmetro da TEPP, eficiência eólica, número de painéis solares, valor total do sistema e o tempo de retorno financeiro, em meses. Os resultados são enviados para cada um dos 4 Sistemas do aplicativo, apresentando sempre um que representa a melhor escolha para o usuário.
CalcularPaineis	Calcula, para cargas fornecidas, a área necessária e a quantidade de painéis fotovoltaicos para suprir esta carga, de acordo com as escolhas do usuário; principalmente a localização geográfica, implementada na forma de mapa do Brasil clicável.
Norte	Funções que recebem a escolha do usuário, por região, e mostram dados de Radiação Global Média. Estes dados são usados nos cálculos de dimensionamento do sistema fotovoltaico tanto para energia solar quanto para sistema híbrido.
Sul	
Sudeste	
Centrooeste	
Nordeste	
SiAmorfo	Funções que calculam, para parte de energia solar fotovoltaica, área do sistema, quantidade de painéis, porcentagem de carga a suprir, valor de investimento e tempo de retorno financeiro.
SiMono	
SiPoli	
TelurCadmio	

Quadro 1: Arquivos de script e suas funções

O script CalcularHibrido (quadro 2) retorna uma série de informações na interface de interação do aplicativo.


```

199 //SISTEMA 3
200 var FatVento2 = 0.923*(Math.pow(ventoHibrido, 3));
201 percent_a2 = FatVento2/(cargareal)*100;
202 percent_b2 = FatVento2/(ValorCargaMedia4)*100;
203 if (ValorCargaMedia4==0.0) {percent_2 = percent_a2;} else {percent_2 = percent_b2;}
204 var percentualEolico3 = percent_2.toFixed(0);
205 formulario4.percentualEolico3.value = percentualEolico3;
206 //Painéis solares
207 numero1_2 = (((100-(percentualEolico3*1))*0.01)*cargareal);
208 numero2_2 = (((100-(percentualEolico3*1))*0.01)*ValorCargaMedia4);
209 if (ValorCargaMedia4==0.0) {bla2 = numero1_2;} else {bla2 = numero2_2;}
210 var cargaSolar2 = bla2;
211 //formulario4.Npainéis1.value = Npainéis1;
212 energ2 = (irradiacaoHibrido)*(0.12)*(30);
213 var energia2 = energ2;
214 area_a3 = (cargaSolar2)/(energia2);
215 var areapainéis3 = area_a3;
216 quant3 = (areapainéis3) / 1.5974;
217 if (quant3 < 0) {quantidadepainéis2 = 0;} else { quantidadepainéis2 = quant3; }
218 var Npainéis3 = quantidadepainéis2.toFixed(0);
219 formulario4.Npainéis3.value = Npainéis3;
220 //PREÇO DO SISTEMA
221 preçoTurbina2 = 12500;
222 preco_x3 = 419.01 * (areapainéis3) * (cargaSolar2 / 100);
223 if (Npainéis3<=8) {preco_inversor3 = 17.84;} else {preco_inversor3 = 10.77;}
    
```

Quadro 2: Script que retorna dados do Sistema Híbrido

O *script* apresentado retorna quatro dados. Na linha 200 foi implementada a equação para definir qual a eficiência eólica do sistema, ou seja, o quanto de energia será suprido por uma turbina eólica de diâmetro do rotor entre 1,50m e 2,00m. Nas linhas 201 e 202 são consideradas as cargas vindas da aba Energia elétrica ou especificadas pelo usuário na própria aba de Sistema híbrido. Na linha 205 o valor do percentual a suprir pela TEPP é enviado ao formulário no *browser* do usuário. Nas linhas 207 à 219 é calculado o número de painéis solares para suprir o restante que a TEPP não foi capaz. Pode-se ver na linha 212 que a constante “energ2” recebe valor da multiplicação entre uma variável (referente a escolha da região do usuário), os números 0,12 e 30. O número 0,12 representa a eficiência do painel, obtido por uma média encontrada na literatura através de uma pesquisa bibliográfica. O número 30 se refere aos dias de radiação em um mês. Para este caso não foi considerado, nesta parte, o número de dias de sol, pois a variável irradiacaoHibrido já está recebendo valor de Irradiação Global de acordo com a região do usuário, que considera este fator de número de dias ensolarados.

A quantidade de painéis é calculada pela área necessária dividida pela área de um painel, considerado aqui 1,5974m² (painel padrão de 1,63x0,98m).

As linhas 221 à 228 se referem ao preço do sistema (turbina eólica + painéis fotovoltaicos + diversos). O preço da turbina foi considerado constante para cada sistema, de acordo com a dimensão de seu rotor. Esses valores foram herdados da pesquisa do aplicativo SIEolica (PIRES E OLIVEIRA, 2016).

O preço do sistema de conversão fotovoltaico foi dividido para uma aproximação de valores reais. Na linha 222 do *script* do quadro 1, foi criada uma constante para o preço exclusivamente dos painéis. O valor 419.01 refere-se ao preço do metro quadrado de painel de silício monocristalino. Já para considerar o preço do inversor (equipamento para transformação de corrente contínua em corrente alternada), foi feito, na linha 223, uma condição em que se o número de painéis for igual ou menor a 8, o preço do inversor, considerando os demais equipamentos como cabos, disjuntores, braçadeiras e etc. é de 17,84/kWh. Se o número de painéis necessários para o sistema for maior de 8, o preço do inversor será de 10,77/kWh. Como este preço está em Reais e por kWh, multiplica-se este valor por uma variável que recebe o valor da carga solar, ou seja, a carga que não foi suprida pela turbina eólica. Para finalizar o preço do sistema, soma-se o preço da turbina eólica com o inversor (e demais equipamentos) e com os painéis fotovoltaicos.

O tempo de retorno, também apresentado nos resultados da simulação Híbrida, é calculado nas linhas 230 e 231 pela divisão entre o preço total do sistema e o valor da conta de luz do usuário. Para este caso é importante que o valor do kWh, preenchido pelo usuário, esteja preciso.

A implementação desta parte leva em conta a rápida edição e recálculo dos parâmetros considerando novas informações. O usuário pode substituir, por exemplo, a velocidade de vento e/ou o local onde está simulando, e clicar novamente no botão identificado para calcular o sistema. Assim os cálculos são refeitos e os resultados são apresentados a partir dos novos parâmetros.

Esta interatividade foi possível pela forma de implementação em sequência, ou seja, os dados que o usuário fornece são sempre captados (com atributo `getElementById`) para realização de novas funções. Estes dados são tratados como variáveis na organização das funções, entram em equações e/ou condições e formam as respostas às requisições que chegam a partir do usuário.

Assim como o *script* para sistemas híbridos apresentado, os outros arquivos de funções novas encontram-se em funcionamento para os formulários elaborados em cada aba ou tipo de simulação do aplicativo.

5. Conclusões

O aplicativo de simulação SIEólica, elaborado a partir de uma pesquisa de doutorado foi o ponto de partida para este trabalho. O produto aqui apresentado foi implementado utilizando-se dos arquivos do simulador de energia eólica daquela pesquisa.

O aplicativo de simulação SIEólica (PIRES E OLIVEIRA, 2016) foi submetido a um rastreamento com a ferramenta Google Analytics. Com isso foram obtidos dados de acessos ao sistema com objetivo de entender como se deu a interação dos usuários. Além disso, foi elaborado, para aquela pesquisa também, um questionário para avaliar condições de uso e como a experiência do usuário contribuiu para este considerar investir em um sistema de conversão de energia com turbina eólica de pequeno porte.

O aplicativo desenvolvido foi igualmente rastreado, obtendo no período de 22/12/2017 a 09/06/2018 208 acessos para realização de simulações. A média de tempo de interação de

usuários nas simulações foi 4 minutos e 32 segundos. Considera-se suficiente este tempo para realização de uma simulação completa.

A presente pesquisa objetivou a produção de um sistema de informação para geração distribuída de energia, elaborado para permitir simulações de sistema de geração com TEPP, painéis fotovoltaicos e sistema híbrido, considerando as duas fontes.

O sistema foi projetado e executado para funcionar *online*, com acesso livre e sem cadastro prévio. Esta liberdade de acesso permite um número maior de usuários, garantindo assim o objetivo de divulgar benefícios da geração distribuída de energia elétrica.

Referências

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº687 de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 03 jul. 2016.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações de Geração 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

Electricity Monthly Update. "Energy information administration." Resource use: february 2014.

J. C. P. Pires, B. F. Oliveira, "Sistema de informação para geração de energia eólica." Blucher Design Proceedings 2.9, 2016, pp. 4698-4710.

L. J. Aguilar, Fundamentos de Programação: Algoritmos, estruturas de dados e objetos. AMGH Editora, 2008.