

Viabilidade Econômica da Implantação de Sistema Fotovoltaico em uma Central Telefônica: um Estudo de Caso

José Carlos dos Santos Pereira Júnior
Universidade Salvador – UNIFACS
josecarlos.pjunior@gmail.com

Daniel Barbosa, Kleber Freire da Silva, Andrea Lima de Menezes
Universidade Federal da Bahia – UFBA
dbarbosa@ufba.br; kfreire@ufba.br;
andrealm678@hotmail.com

Resumo — Este artigo apresenta uma estimativa das perdas financeiras e os principais impactos causados pela interrupção de energia elétrica por parte da concessionária, em uma central telefônica. A análise levou em conta a relação entre os indicadores de qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica e os referentes à disponibilidade de serviços de telecomunicações. Como parte integrante do projeto, foi desenvolvido um estudo de caso, em uma estação pertencente à uma grande empresa brasileira do seguimento de telecomunicações com o intuito de compensar as perdas financeiras evidenciadas através da utilização de energia fotovoltaica, apresentando os parâmetros financeiros desse projeto de forma a verificar sua viabilidade econômica.

Palavras-chave — Perdas financeiras, geração própria, qualidade de energia.

I. INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica e a sua disponibilidade estão diretamente ligados à qualidade de vida da sociedade e ao desenvolvimento econômico do país, uma vez que o alcance ao suprimento regular de energia elétrica possibilita aos habitantes acesso a bens energéticos, sendo essa uma forma de integração social e distribuição de renda [1], [2].

Também é importante salientar que o desenvolvimento econômico, em conjunto com o bem-estar social, é diretamente afetado pelo desempenho, pela eficiência e pela quantidade dos serviços públicos prestados à população [3].

Em face a isso, e de forma a manter a qualidade no serviço público de distribuição de energia elétrica, foram criadas algumas normas e resoluções, entre elas os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica do Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) – Módulo 8 que, entre outros assuntos, aborda os indicadores coletivos de continuidade, visando a garantia de um padrão por parte das concessionárias [4].

Entretanto alguns serviços públicos prestados, considerados críticos e essenciais, precisam operar independentemente da disponibilidade no fornecimento de energia elétrica por parte da distribuidora, como é o caso do serviço telefônico [5]. Desta forma, as concessionárias telefônicas precisam continuar prestando seus serviços mesmo que haja interrupção de energia elétrica proveniente do Sistema de Distribuição de Média

Tensão (SDMT) sob o risco de ter penalidades associadas à degradação dos indicadores conforme previsto no Plano Geral de Metas de Qualidade (PGMQ) da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) [6].

Assim, de modo a prevenir os impactos associados a eventuais interrupções na energia elétrica, as empresas telefônicas projetam suas centrais considerando um sistema de suprimento auxiliar, geralmente composto por um banco de baterias, para suprir o sistema da central nos períodos em que essa energia for interrompida, respeitando sua capacidade máxima [7].

É factível verificar que, além do sistema composto por baterias, algumas centrais telefônicas utilizam Grupo Motor Gerador (GMD) para aumentar a autonomia do serviço em caso de interrupção. Contudo, em face ao elevado investimento inicial associado e a sua contínua manutenção, tal solução só é aplicada em centrais de grande porte localizadas nos grandes centros urbanos [6].

Portanto, centrais localizadas em áreas rurais, e em cidades pequenas, são mais susceptíveis à qualidade do serviço, ou seja, à continuidade do fornecimento de energia elétrica proveniente do SDMT. Contudo, são justamente nesses locais, onde as interrupções de energia possuem as maiores durações, devido principalmente ao difícil acesso a essas localidades, que verificam-se os maiores custos com manutenção e a necessidade de investimentos com *payback* elevado com o intuito de manter a qualidade dos serviços prestados dentro dos limites requeridos [8].

Corroborando com o supracitado, a disponibilidade dos serviços de telefonia dessas localidades também é comprometida, visto que os equipamentos associados a estes sistemas são muito sensíveis aos fenômenos de Qualidade da Energia Elétrica (QEE), conforme relatado na literatura [9], [10].

É com intuito de compensar as perdas financeiras com esses problemas, que os sistemas fotovoltaicos podem também ser utilizados, visto que combinam perfeitamente com o cenário em questão: perfil de consumo não muito elevado e baixo nível de manutenção [10].

Diante desse contexto, a energia solar tem grande aplicabilidade no setor de telecomunicações, principalmente

em estações telefônicas, estando estas conectadas, ou não, ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Tal fato é corroborado com as centrais telefônicas localizadas em regiões de difícil acesso, cuja conexão ao sistema de distribuição é inviável, sendo supridas pela energia proveniente apenas de sistemas fotovoltaicos [10], [11].

Associado a isso, destaca-se o auxílio dos recentes incentivos, como a resolução normativa nº 687/2015 da ANEEL, que impulsionaram a utilização dos sistemas conectados à rede e possibilitaram a expansão desse tipo de instalação. A resolução citada, por exemplo, objetiva a redução dos custos, o aumento do público alvo e a melhora nas informações contidas nas faturas de energia elétrica. Essas inovações trouxeram benefícios econômicos, socioambientais e autossustentáveis tanto aos micros e minigeradores, quanto às concessionárias de energia elétrica [8], [12].

Diante do cenário de restrição orçamentária e possibilidade de otimização da aplicação dos recursos destinados ao suprimento de energia elétrica, este artigo propõe analisar os principais impactos financeiros causados pela interrupção de energia elétrica e avaliar a viabilidade econômico-financeira de um sistema fotovoltaico conectado à rede para abastecimento de uma central telefônica.

II. SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE

A geração distribuída refere-se à produção de energia elétrica por meio da micro ou minigeração conectada à rede da distribuidora, utilizando fontes renováveis ou combustíveis fósseis [13].

De forma a diferenciar os dois conceitos, a resolução normativa 687/2015 classifica como microgeração a central geradora cuja a potência instalada seja menor ou igual a 75 kW. Por outro lado, a minigeração está relacionada a potências maiores que 75 kW e menor ou igual 3 MW, para fontes hídricas, e 5MW para demais fontes renováveis [13], [14].

A utilização dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR) é, atualmente, uma das formas de geração distribuída mais comum, pois objetiva principalmente a diversificação da matriz elétrica e, assim, a redução do uso de fontes poluentes, tendência do mercado atual. Esse tipo de configuração, na qual utiliza-se a energia solar, pode ser dividido em dois tipos: a centralizada, caracterizado pela presença de uma grande usina geradora; e a descentralizada, sistema instalado junto ao consumidor [15].

Nos SFCR descentralizados não é necessária a utilização de banco de baterias, visto que toda energia elétrica gerada é utilizada para o abastecimento do empreendimento e o excesso, caso haja, é redirecionado a rede pública para o uso por outros consumidores, gerando para o micro ou minigerador créditos junto à concessionária de energia elétrica sendo utilizados nos períodos em que o sistema fotovoltaico não consiga abastecer a carga, obedecendo o prazo de validade definido de sessenta meses. Além das vantagens supracitadas, esse tipo de sistema promove um maior aproveitamento da energia elétrica gerada,

uma vez que não há necessidade de linhas de transmissão [15], [16].

Apesar da vantagem quanto à obtenção de créditos, as unidades consumidoras em baixa tensão, denominadas como Grupo B, estão sujeitas a um pagamento mínimo mensal à distribuidora referente ao custo de disponibilidade a depender do tipo de circuito, cujo o valor monetário será equivalente ao consumo de: 30 kWh, para circuitos monofásicos; 50 kWh, quando este for bifásico; e 100 kWh, para ligações trifásicas [13], [14].

III. VIABILIDADE FINANCEIRA

Verificar a viabilidade financeira de um projeto significa saber se o esforço produtivo a ser realizado vale mais do que a simples aplicação financeira dos valores com taxas mínimas de atratividade dentro de um prazo. Assim, para que um projeto seja viável é necessário que os benefícios resultantes sejam superiores aos custos requeridos [17].

Em face a isso, é possível utilizar várias técnicas para a realização da análise de um projeto de forma a avaliar seu fluxo de caixa futuro, sendo o Valor Presente Líquido (VPL) a mais utilizada [18].

O VPL leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, sendo assim, representa o ganho futuro proporcionado por determinado objeto em comparação com o valor investido. Ele emprega variáveis, como taxa mínima de atratividade (i) específica, para avaliar o custo da oportunidade em relação ao risco, ou seja, é possível calcular a diferença entre o investimento inicial (FC_0) e o somatório do valor presente de seus fluxos de caixa futuros (FC_t) de forma a obter a viabilidade da transação financeira proposta dentro do período de retorno analisado (n), conforme (1) [17-18]:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} - FC_0 \quad (1)$$

Portanto, o VPL apresenta o ganho resultante de um projeto e auxilia na tomada de decisão quanto a sua aceitação. Dessa forma, pode-se obter as seguintes situações [18]:

- (i) $VPL = 0$, indicando que o retorno será exatamente o suficiente para recuperar o investimento ajustado ao risco, conforme calculado na Taxa Interna de Retorno (TIR);
- (ii) $VPL > 0$, sugere que o projeto gera um fluxo de caixa maior do que o necessário para recuperar o investimento, tornando-se viável para o investidor;
- (iii) $VPL < 0$, sinaliza que o objeto em questão consome riqueza, apresentando provável prejuízo.

De maneira geral, podemos ainda subdividir os indicadores de análise de investimento em dois: o primeiro grupo relacionado a rentabilidade, como o já citado VPL; e o segundo voltado a análise de risco e retorno, como é o caso da Taxa

Interna de Retorno (TIR) e do Método do Prazo de Retorno, ou Prazo de Recuperação do Investimento [17].

O *payback*, como também é conhecido o prazo de retorno, representa o tempo necessário para que o somatório de capital obtido seja igual ao somatório dos custos, equivalendo a quando o VPL for igual a zero, enquanto o TIR expressa a taxa de desconto para mesma condição. Esses indicadores são amplamente utilizados, pois suas análises proporcionam um indicativo quanto à minimização dos riscos quando se comparam diferentes projetos, afinal prazos de retorno menores significam menos incertezas e maiores possibilidades de outros investimentos [18].

IV. INTERRUPÇÃO DE TENSÃO

A rede de distribuição de energia elétrica está sempre exposta à diversos fatores como fenômenos naturais, falhas em equipamentos, objetos estranhos sobre a rede e intervenções, que podem causar interrupção do fornecimento de energia, apesar dos constantes esforços das concessionárias [19].

Com o intuito de assegurar o fornecimento de energia elétrica, a ANEEL acompanha o desempenho das concessionárias quanto à qualidade do serviço utilizando os indicadores de continuidade coletivos: DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora); e individuais: DIC (Duração de Interrupção por Unidade Consumidora), FIC (Frequência de Interrupção por Unidade Consumidora), DMIC (Duração Máxima de Interrupção por Unidade Consumidora ou Ponto de Conexão) e DICRI (Duração de Interrupção Individual Ocorrida em Dia Crítico), conforme definido pelo PRODIST [20], [21].

Os indicadores citados expressam o tempo e o número de vezes em que uma unidade consumidora teve seu fornecimento interrompido durante um determinado período de tempo, sendo este maior do que três minutos.

Com base nos dados coletados das distribuidoras, que leva em consideração os atributos físico-elétrico de seus conjuntos de unidades, a agência reguladora determina os limites dos indicadores de continuidade. Caso esses limites estabelecidos sejam violados, a concessionária deverá compensar o consumidor concedendo crédito na fatura de energia [4].

Grande parte das estações telefônicas é instalada em locais elevados e por vezes remotos, de forma a cobrir com sinal a maior área possível de consumidores, o que torna o seu acesso difícil. Esse fato também contribui para que essas instalações sejam mais atingidas por eventos de interrupção de tensão, devido à distância para conexão da estação ao SDMT, tendo maior incidência de objetos estranhos sobre a rede e fenômenos naturais [10].

V. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Em virtude do exposto anteriormente, e de modo a compreender melhor os impactos da QEE em uma central telefônica com o intuito de precificá-los, bem como, verificar a viabilidade financeira dos sistemas fotovoltaicos conectados à

rede, foi realizado estudo de caso junto a uma empresa de telecomunicações que atua em todo o território brasileiro.

A empresa, estudada nesse artigo, possui diversas centrais telefônicas de pequeno porte espalhadas pelo território nacional que são supridas apenas com a energia elétrica provida do SDMT, ou seja, estas são submetidas às interrupções de tensão e demais problemas relacionados com a QEE oriundas da rede supridora.

Desta forma, selecionou-se uma estação telefônica classificada como B3 Comercial, aqui denominada ETEL, devido ao seu consumo de energia elétrica moderado e a sua dependência do sistema de SDMT. É importante salientar que apesar do porte da central, ela ainda é discriminada como “Serviço de Comunicações e Telecomunicações” e possui todos os elementos de uma central telefônica quanto ao tipo de serviço prestado.

Os principais critérios para escolha da estação ETEL para análise foram: os altos valores dos indicadores de continuidade do serviço de distribuição de energia elétrica (DEC e FEC), sendo essa informação importante para perceber quais os impactos gerados a partir do alto número de interrupções de energia e sua duração; e, o perfil de consumo comum a grande parte das estações de atendimento, o que torna o projeto altamente replicável.

Por mês, a estação ETEL consome em média 7.249,40 kWh de energia elétrica, totalizando 86.992,80 kWh por ano. A maior parcela do consumo de energia elétrica é derivada do sistema de refrigeração, uma vez que os componentes eletrônicos, comuns ao sistema de telecomunicação, são sensíveis a temperatura. Dessa forma, com base na Fig. 1, nota-se que os meses de maior consumo são os de dezembro e fevereiro, onde as temperaturas são mais elevadas demandando maior potência dos equipamentos de climatização e, consequentemente, maior consumo de energia elétrica.

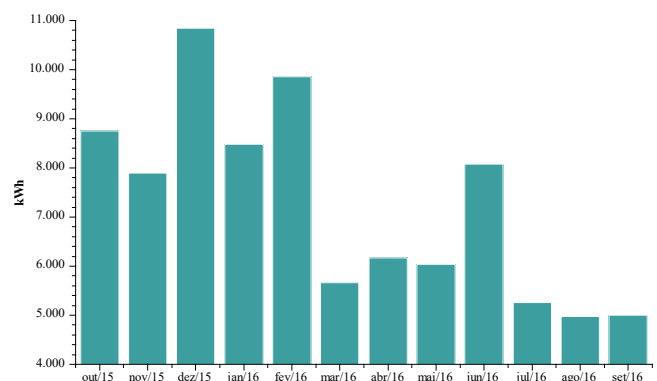


Fig. 1. Consumo ativo (kWh) da estação ETEL durante um ano.

Analisando o custo mensal com energia elétrica em virtude do consumo, verificou-se que a ETEL paga cerca de R\$ 57.999,08 anualmente ou, em média, R\$ 4.833,26 por mês, à concessionária de energia elétrica, valores essenciais para o cálculo da viabilidade econômica, uma vez que o fluxo de caixa do projeto de microgeração de energia está relacionado majoritariamente à redução deste custo.

Além dos custos operacionais supracitados, é factível

verificar a relação entre a Disponibilidade dos Serviços de Telecomunicação (DISP) e as interrupções de energia elétrica. O DISP é objeto da Proposta de Consulta Pública 16/2016 lançada em junho deste ano pela ANATEL cujo propósito é a reavaliação normativa acerca da interrupção na prestação de serviços de telecomunicação de interesse coletivo, levando em consideração obrigações, como: a informação aos usuários e o ressarcimento de valores pagos proporcionalmente ao tempo de indisponibilidade dos serviços.

A proposta supracitada também considera a consequente criação de um indicador de disponibilidade do serviço por município, cuja metas ainda serão definidas de forma amostral. Dentre as variáveis que serão consideradas no cálculo desse novo indicador estão: o número de interrupções; o tempo de interrupção, dado em minutos; e o número de usuários interrompidos [22].

A partir das informações mencionadas, tem-se agora uma maior necessidade das empresas do setor de telecomunicações em analisar os principais fatores que contribuem para a indisponibilidade dos seus serviços. A Fig. 2 apresenta as principais causas de indisponibilidade, parcial ou total, da estação ETEL, tomando como referência o primeiro semestre de 2016.

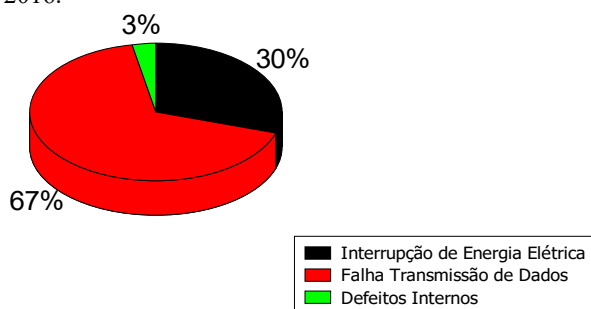


Fig. 2. Fatores de indisponibilidade de serviço da estação ETEL.

Diante do apresentado, verifica-se que a continuidade do fornecimento de energia elétrica por parte do SDMT possui expressiva influência nos indicadores de qualidade dos serviços de telecomunicações tanto dos existentes SCM (Serviço de Comunicação Multimídia) e STFC (Serviço Telefônico Fixo Comutado), referentes à banda larga e telefonia fixa, respectivamente, quanto do novo modelo proposto pela agência reguladora do setor, ficando clara a necessidade de acompanhamento também dos indicadores de QEE.

De forma mais generalista, foram analisados os indicadores de continuidade do Sistema Telefônico da Empresa e concluiu-se que as cinco estações mais ofensoras, neste quesito, possuem como característica principal a localização em distritos ou povoados, como é o caso da estação objeto desse estudo.

Adicionalmente, constatou-se que um alto número de interrupções e sua extensa duração no suprimento de energia elétrica pode comprometer a vida útil das baterias utilizadas como backup de energia, componente importante para garantir o funcionamento das estações durante os intervalos de interrupção. Tal fato é corroborado na literatura [23], que relaciona a vida útil da bateria com a profundidade de descarga, sendo esta diretamente proporcional ao nível de degradação, já

que resulta em corrente maior do carregador provocando corrosão mais severa da placa positiva.

É importante lembrar que os eventos de interrupção considerados para esse estudo são aqueles onde a disponibilidade do serviço foi afetada, tendo o banco de baterias sido completamente descarregado.

Assim, evidencia-se então outro fator que destaca o impacto da QEE na qualidade do serviço de telefonia, uma vez que a frequência e a duração dos eventos de interrupção de energia elétrica podem também impactar na disponibilidade dos serviços. Na estação ETEL, por exemplo, a vida útil de uma bateria é, em média, 15% menor do que a média das demais estações da Empresa que não possuem altos índices de interrupção em seus históricos, o que representa um custo adicional médio R\$ 1.500,00.

Além do exposto, existem também outros custos atrelados aos referidos indicadores que são referentes ao deslocamento das equipes de manutenção para os locais que foram comprometidos pelos eventos provenientes da rede elétrica. A estação ETEL, por exemplo, está localizada a 50 km da base de manutenção mais próxima, o que implica em maior tempo médio para resolução do problema. Considerando todos os custos com deslocamento entre a base e a central, o tempo da equipe responsável pelo restabelecimento da energia e os materiais utilizados no procedimento, excluindo a substituição de baterias, os custos estimados relacionados a cada interrupção é de cerca de R\$ 500,00.

É importante citar que existem outros custos associados difíceis de serem mensurados, uma vez que dizem respeito à eficiência da prestação de serviços, além da imagem da concessionária de telecomunicações.

IV. PROPOSTA

Em virtude dos custos associados aos impactos provocados pela interrupção de tensão, bem como os incentivos promovidos para a implantação de geração distribuída, neste trabalho é proposto uma usina fotovoltaica conectada em rede que objetiva suprir as necessidades da central telefônica compensando os custos operacionais.

O dimensionamento preliminar da planta foi desenvolvido utilizando o Simulador Solar, *software* livre desenvolvido através da parceria entre o Instituto Ideal e a Cooperação Alemã, no âmbito do Programa América do Sol. A proposta foi desenvolvida em parceria com a Bahia Sol, empresa que desenvolve soluções para geração de energia elétrica através da fonte solar.

O sistema fotovoltaico proposto será suficiente para suprir cerca de 86% do consumo anual da estação em questão, conforme características expostas na Tabela I.

Tal geração corresponde a um fornecimento de cerca de 74,62 MWh por ano e um consumo por parte da concessionária de energia de 16,07 MWh, devido principalmente ao custo de disponibilidade, que se refere ao consumo mínimo da rede elétrica.

TABELA I. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Potência Pico do Sistema	45,99 kWp
Potência do Módulo	315 W
Número de Módulos	125 unidades
Modelo do Módulo	Canadian Solar 72 Cells
Modelo do Inversor	Fronius – Symo 20.0-3-M
Eficiência Máxima	98%
Número de Inversores	3
Área Ocupada	200 m ²

Como descrito anteriormente na Fig. 1, a estação objeto desse estudo, possui um perfil de consumo comum a estações de telecomunicações, sendo esses valores influenciados pelas estações do ano. Embora a ETEL tenha seus maiores níveis de consumo durante o verão, é também nesse período onde existe maior incidência solar, sendo possível gerar mais energia elétrica através do sistema fotovoltaico. A Fig. 3 apresenta graficamente o comparativo entre os consumos, em kWh, pagos à concessionária de energia, atual e proposto, ou seja, após a instalação do SFCR.

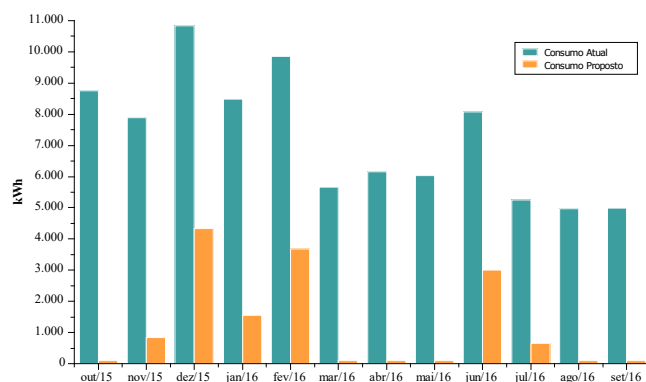


Fig. 3. Consumo de energia elétrica (kWh) a ser pago a concessionária atual x proposto.

Apesar de produzir energia suficiente para auto abastecimento durante alguns meses do ano, o cliente não poderá ter sua fatura zerada, estando limitado ao consumo mínimo de 100 kWh, por possuir ligação trifásica, referente ao custo de disponibilidade.

Em face a isto, a Fig. 4 mostra a quantidade estimada de energia gerada pelo sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica e o quanto foi requerido do sistema de distribuição para chegar ao consumo mensal da estação ETEL.

É importante salientar que nem toda eletricidade fornecida pela rede será realmente paga, conforme consta na resolução da ANEEL, por isso nem toda energia fornecida pela rede, mostrado na Fig. 4, está refletida na Fig. 3 como consumo proposto a ser pago à concessionária, devido ao sistema de créditos.

A Tabela II mostra um comparativo entre os valores, em reais, das faturas atuais da ETEL em relação às faturas estimadas com o sistema fotovoltaico conectado à rede, considerando os créditos e o pagamento referente à disponibilidade.

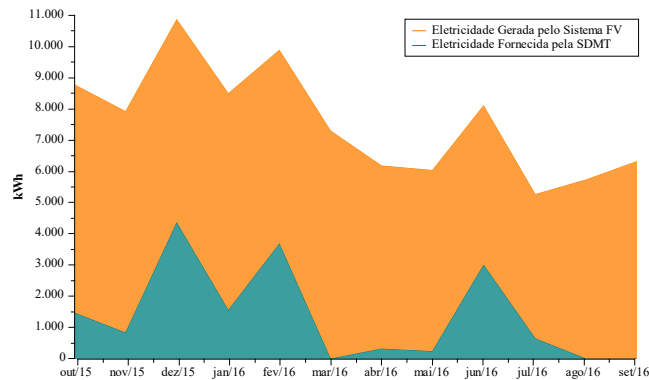


Fig. 4. Eletricidade gerada pelo SFCR x eletricidade fornecida pela rede.

TABELA II. COMPARATIVO MODELO ATUAL X PROPOSTO

Mês	Consumo (kWh)	Geração (kWh)	Fatura sem GD	Fatura com GD
out/15	8752,80	7292,38	R\$ 6.215,75	R\$ 71,01
nov/15	7902,20	7057,13	R\$ 5.374,63	R\$ 574,78
dez/15	10843,20	6511,22	R\$ 7.268,22	R\$ 2.903,73
jan/16	8475,60	6927,75	R\$ 5.989,48	R\$ 1.093,82
fev/16	9853,20	6178,03	R\$ 6.645,07	R\$ 2.478,56
mar/16	5656,80	7294,84	R\$ 3.485,31	R\$ 61,61
abr/16	6164,40	5837,08	R\$ 3.258,40	R\$ 52,85
mai/16	6038,40	5802,99	R\$ 3.907,10	R\$ 64,70
jun/16	8082,00	5079,94	R\$ 5.594,18	R\$ 2.077,95
jul/16	5260,80	4611,49	R\$ 3.619,90	R\$ 446,78
ago/16	4969,20	5717,71	R\$ 3.268,39	R\$ 65,77
set/16	4994,40	6305,96	R\$ 3.372,65	R\$ 67,52
TOTAL	86993,00	74616,50	R\$ 57.999,08	R\$ 9.959,08

Através da análise dos dados apresentados, é possível notar que o sistema proposto reduziria a conta de energia em média R\$ 48.040,00 por ano, sem considerar os custos das intervenções quando necessárias.

Para aquisição do sistema em questão é necessário um investimento de R\$ 270.588,00, visto que engloba custos com as placas fotovoltaicas, os inversores de frequência, os materiais elétricos, os serviços de solicitação e de instalação e o frete. Dessa forma, o projeto teria um *payback* conforme o descrito na Fig. 5, mesmo considerando que no 15º ano é necessário realizar a troca dos inversores de frequência devido ao fim da sua vida útil.

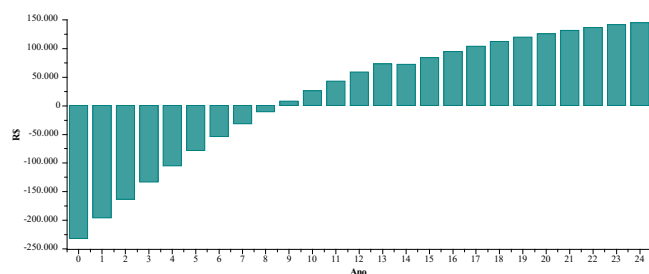


Fig. 5. Payback do estudo de caso.

Através da análise do fluxo de caixa, é possível obter os principais parâmetros financeiros utilizados para escolha de um projeto: o VPL e o tempo de retorno. Tendo em vista que a vida útil estimada do sistema fotovoltaico é de 25 anos, o projeto apresenta um tempo de retorno de 9 anos. Por sua vez, o VPL deste empreendimento é calculado em R\$ 143.581,11 mostrando que além de retornar o capital investido, também geraria riqueza.

É válido ressaltar que o *payback*, exposto na Fig. 5, utiliza as taxas e informações contidas na Tabela III, sendo assim, considerou-se uma taxa de atratividade de 12% que inclui inflação projetada e taxa de juros de juros de longo prazo (TJLP).

TABELA III. TAXAS E PREMISSAS

Valor da Energia (Ano 0)	R\$ 0,64
Reajuste Tarifário / Ano	4,80%
Degradação dos Painéis / Ano	0,80%
Custo de Manutenção / Ano	3,00%
Inflação Projetada / Ano	4,50%
Taxa de Juros / Ano	7,5%
Ano de Troca do Inversor	15 anos
Custo de Troca do Inversor	R\$ 70.000,00

De formar lógica, quanto maior a taxa de atratividade menor será o VPL e maior o *payback*. Para o caso em questão, o TIR calculado é de 19,67% que também simboliza a taxa máxima de atratividade. Caso esse valor seja maior ou igual a que 20% o VPL resultante será negativo em R\$3.993,27, simbolizando a inviabilidade do projeto.

VII. CONCLUSÃO

A interrupção do fornecimento de energia elétrica possui influência considerável sobre a disponibilidade do serviço de telecomunicações, além de provocar perdas financeiras às concessionárias de telefonia, principalmente se for considerada a criação do indicador de disponibilidade, resultando em multa em caso de descumprimento da meta.

Em face a isso, a instalação de um sistema de geração própria apresenta-se como solução viável, uma vez que atua diretamente na redução dos custos referentes ao consumo de energia elétrica.

Através da análise de investimento econômico-financeira, conclui-se que o sistema fotovoltaico conectado à rede, apesar do investimento inicial, possui, além dos benefícios supracitados, um tempo de retorno considerado satisfatório, visto que em aproximadamente 36% da vida útil do sistema o investimento já teria sido liquidado.

VIII. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Salvador (UNIFACS) pela disponibilização dos recursos necessários, aos Engenheiros Eletricistas Andrea Lima e Ronaldo Meneses, bem como à empresa de telecomunicações objeto desse estudo de

caso.

IX. REFERÊNCIAS

- PEREIRA, M. G.; FREITAS, M. A. V.; SILVA, N. F., "The Challenge of Energy Poverty: Brazilian Case Study, Energy Policy", vol 39, issue 1, pp. 167-175, 2011.
- MARINI, J. A.; ROSSI, L. A. "Projeto de Sistemas Fotovoltaicos para Oferta de Energia Elétrica a Comunidades Rurais. In: Encontro de Energia no Meio Rural", 2002.
- PINTO, F. "Balanced Scorecard - Alinhar Mudança, Estratégia e Performance nos Serviços Públicos", 2007.
- "PRODIST Módulo 1, Revisão 7" ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.
- "Direitos: Banda Larga Fixa" ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações, 2014.
- ALMEIDA, C. A.; BARBOSA, D.; SILVA, K. F. "Estudo das Perdas financeiras por Distorção Harmônica em uma Central Telefônica" CBQEE – XI Congresso Brasileiro sobre Qualidade de Energia Elétrica, 2015.
- AMARAL, T. S.; OLIVEIRA, V. "Programa para o Projeto de Equipamentos de Infraestrutura em Centrais Telefônicas" Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.
- SILVA, A. J.; MUNHOZ, F. C.; CORREIA, P. B. "Qualidade na Utilização de Energia Elétrica no Setor Rural: Problemas, Legislação e Alternativas. In: Encontro de Energia no Meio Rural", 2002.
- CUNHA, G. C.; BARBOSA, D.; SILVA, K. F. "Effects of Interruptions in a RBS: Evaluation of Quality Indicators and the Study of Mobile Telephony Revenue Variation in an Operator." ICHQP – 17th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 2016.
- GUERRA JUNIOR, P.; OGURA, M. I. "Alimentação de Sistemas de Telecomunicações Através da Energia Solar" Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- HENZE, N.; BENDEL, C.; KIRCHHOF, J. "Photovoltaic Power Supply and Antennas in one Device for Wireless Telecommunication Equipment" Institut für Solare Energieversorgungstechnik, 2005.
- "Geração Distribuída" ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016.
- "Cadernos Temáticos ANEEL: Micro e Minigeração Distribuída, Sistemas de Compensação de Energia Elétrica" ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2^a ed., 2016.
- "Resolução Normativa 687" ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2015.
- SÁ, Vinícius de S. "Estudo de Viabilidade de Utilização de Sistema de Geração Fotovoltaica Conectado à Rede no Brasil" Universidade Federal de Ouro Preto, 2016.
- "Análise de Custos dos Sistemas Fotovoltaicos On-Grid e Off-Grid no Brasil" ANAP Brasil, vol 8, 2015.
- HIRSCHFELD, Henrique. "Engenharia Econômica e Análise de Custos" Editora Atlas, 7^a ed., 2013.
- MACEDO, Marcelo Á. S.; LUNGA, Aloizio; ALMEIDA, Kátia de. "Análise de Viabilidade Econômico-Financeira de Projetos Agropecuários: O Caso da Implementação de um Projeto de Produção de Produtos Agrícolas", 2007.
- RAMOS, Maicon J. S. "Metodologia para Redução de Interrupções Permanentes em Redes de Distribuição de Energia Elétrica Causada por Falhas Desconhecidas Através de Equipamentos Autorizados", 2015.
- MEHL, Ewald L. M. "Qualidade de Energia Elétrica" Universidade Federal do Paraná, 2005.
- "Qualidade do Serviço" ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016.
- "Regulamento de Disponibilidade dos Serviços de Telecomunicações (RDISP)" ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações, 2016.
- MORAES, B. C. S.; BARBOSA, C. R. P.; BRASIL, A. C. M. "Projeto de Aquecimento Solar Térmico – Fotovoltaico Off Grid de Piscinas" Universidade de Brasília, 2015.