



**XXIII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GCR/03
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – VI

GRUPO DE ESTUDO DE COMERCIALIZAÇÃO, ECONOMIA E REGULAÇÃO DE ENERGIA - GCR

**VIABILIDADE E OPÇÕES INTEGRADAS PARA INSERÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA
ATRAVÉS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM LARGA ESCALA**

R.C. do Amaral*
UFSM

L.N.Canha
UFSM

D.P.BERNARDON
UFSM

R.PRESSI
AES Sul

RESUMO

O estudo aborda o uso da Energia Solar Fotovoltaica (ESF) através do mecanismo de “net metering” (compensação financeira) sobre o ponto de vista e perspectiva de uma distribuidora de energia, esta em tamanho e dimensões de abrangência podem ser comparadas ao país de Portugal. Desta forma, revisa a legislação Brasileira sobre Geração Distribuída (GD), mais especificamente comparando ambas as experiências em energia solar e aproveitamento de potencial local. Simulações feitas ilustram benefícios econômicos de ESF através de net metering, além de que a proposta apresentada mostra a influência deste mecanismo em diferentes setores tarifários através da análise do custo final de energia (LCOE), considerando que seja atingida uma cota com GD de 10% da sua capacidade total energética com ESF. Os cenários estipulados preveem em primeiro momento exclusividade para unidade residenciais, comercial ou industrial. A área real de estudo é delimitada e muito semelhante à de Portugal, valores discutidos para o projeto somam 756 MWp com ESF, além de fomentar novas práticas e diversidade de fontes para regiões brasileiras com menor irradiação solar que médias nacionais.

PALAVRAS-CHAVE

Geração Distribuída, Energia Fotovoltaica, Potencial Solar, Net Metering, Viabilidade.

1.0 - INTRODUÇÃO

Estimativas revelam para a energia solar, em especial a fotovoltaica, que esta terá um papel importante no suprimento de demanda energética nas próximas décadas. A maioria das projeções internacionais indicam que esta fonte vem sendo usada com importante participação no mix renovável de diversos países, sendo ampliado o seu interesse para aqueles com pouco aproveitamento do potencial solar; mesmo sem levar em conta a necessidade de definir e aplicar melhores estratégias aos seus respectivos mercados, benefícios econômicos secundários, além dos tecnológicos, sociais e demais perspectivas de relações ambientais [3].

O recente desenvolvimento exponencial e ainda novas experiências do uso de energia solar fotovoltaica (ESF), com atual crescimento das expectativas podem apontar a duas direções: Uma pessimista de acordo com BAU (*Business as usual*) padrões, na qual o mercado pode alcançar até 47 GW em 2017, ou outra que poder ser bem elevada a 84 GW de novas instalações com uso de políticas bem efetivas [1]. Além disto existem outras justificativas que sobressaltam seus benefícios de uso em paralelo a rede local: eficiência energética, redução da dependência de combustíveis fósseis, geração de créditos de carbono, aumento da listagem de países em condição de paridade tarifária e competitividade com as demais fontes. Das tecnologias verdes e limpas é a maior tendência energética do momento, mas ainda carece que seja sincronizada temporalmente sua inserção e outras condições que possam alavancar sua viabilidade econômica, caso a caso como será adequada as políticas de determinado país quanto a energias renováveis, ou se novas devem ser porpostas para promover a GD com ESF. Sobre tudo, é necessário analisar os custos benefícios e desafios das características nacionais, visando modelar

diferentes condições de negócios e sobressair-se a restrições da melhor forma a consolidar a ESF; tal como ocorreu nos atuais 5 líderes em capacidade instalada de ESF: Alemanha, China, Itália, Japão e Estados Unidos de acordo com REN21 (Renewables 2014 Global Status Report) e [1].

O Brasil tem chamado a atenção de investidores em ESF baseado em seu imenso potencial de radiação solar e tamanho continental, definitivamente teve seu marco inicial no aproveitamento solar ESF em grandes centrais recentemente; haja visto os 400 projetos (10.79GW) que competiram em um recente leilão. Destes projetos, alcançou-se uma média final de custos de US\$ 86.04/MWh; os quais devem estar operacionais para 2017 e terão contratos fixos de energia para 20 anos. Os mesmos estão espalhados por vários estados do país, mais concentrados sobre a região nordeste e em geral com uma capacidade máxima de 30 MWp cada. Porém no total obteve-se a capacidade acumulada de 1,048 GW [5]. Mesmo que tais resultados são anunciados como um dos menores preços a níveis mundiais, poucos esforços foram feitos através deste mecanismo ou de forma política regional para promoção de GD em grande escala no país. Algum progresso é esperado através de novas chamadas públicas para discussão dos temas frente a perspectiva dos diferentes públicos interessados, tal como ocorreu anteriormente porém de forma lenta e ainda com diversos entraves ou barreiras burocráticas.

2.0 - LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

a. Geração Distribuída, Net Metering e Incentivos

Decreto nº 5.163/2004 – Aquisição de energia de GD por Chamada Pública, limitado a 10% da capacidade total da concessionária e com valores restritos ao Valor Referência (teto) - VR (que em 2011 foi de 61.71US\$/MWh). Lei proposta em consideração a dois movimentos: Consulta Pública nº 15/2010 e Consulta Pública nº 042/2011.

Resolução Normativa nº 482, of 17/04/2012, atualizada com a RN517/2012. Regula níveis e condições para Micro Geração (menos de 100kW) e Mini Geração (menos de 1MW), além disso introduz o sistema de compensação de energia (net metering).

Resolução Normativa 481, na data de 04/17/2012, determina que – fontes de energia solares, com potência menor ou igual a 30MW, devem receber descontos de 80% nas taxas de uso do sistema de distribuição e transmissão do sistema para os 10 anos iniciais, na sequência reduzindo-se o benefício para 50%; desde que possam estar ligados no sistema nacional e operantes antes de 12/31/2017.

b. Leilões de Energias Renováveis

Desde que estas medidas foram implementadas, tem ocorrido pequenas mudanças e avanços tanto de investidores ou consumidores nas diferentes classes e patamares. Poucos são aqueles interessados e preocupados ambientalmente para grandes investimentos em ESF. Uma vez que tais negociações não progrediam de forma justa e competitiva com demais fontes sem intervenção do governo; obteve-se resultados positivos quanto ao Leilão de Reserva de Energia (LER2014). Por este mecanismo, até 2017, será realizado projetos com custos de instalação entre 1.38 e 2.08 US\$/Wp em geral, e na totalidade seus investimentos perfazem US\$1.67 bilhões [2]. Na figura 1 é possível localizar os mesmos geograficamente:

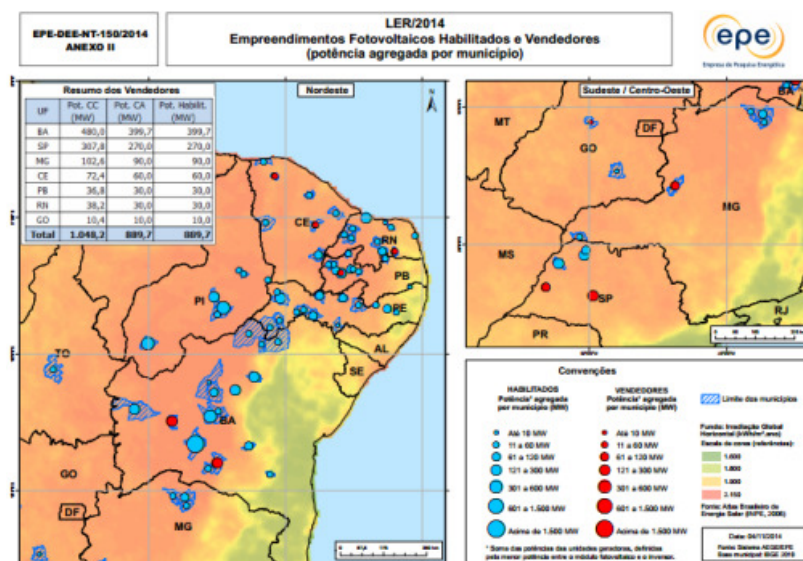


FIGURA 1 – Distribuição espacial dos projetos vencedores do LER14 [2]

3.0 - ESF: DADOS ATUAIS DE IRRADIAÇÃO E POTENCIAL LOCAL

Considerando que a GD no Brasil com ESF teve até o momento em torno de 20 MW com programas de energia para comunidades isoladas no Norte do Brasil, e sobretudo levando em consideração que para a área de interesse deste estudo o aproveitamento de ESF é praticamente nulo. É recente a inserção desta tecnologia no país, principalmente no que diz respeito a grandes projetos focados em GD, através de medidas e incentivos nacionais com P&D que possibilitaram projetos como 1MWp na UFSC e 3MWp na cidade de Tubarão/SC. Mesmo que se tenha uma contagem superestimada de produtores independentes ou consumidores locais que utilizem a ESF; considerando desde 2010 com o marco da REN482, não deve haver mais de 5MWp de capacidade instalada na região sul do país. Tal fato em um retrato mais aproximado para a realidade do estado Rio Grande do Sul (RS) e ainda mais para a área de concessão da AES SUL pode-se restringir o cenário a uma capacidade menor de 1MW.

Mesmo que exista um uso relativo ou interesse real no país para execução de projetos de ESF na região nordeste, dado o elevado potencial de irradiação solar, existe um imenso potencial em outras localidades; tal como na figura 2, na qual podemos localizar a região foco do estudo no estado do RS. Tal informação é relevante quando deseja-se expandir tal fonte e diversificar a matriz de forma dispersa; outra característica fundamental desta análise é para a comparação com países europeus, no caso efetua-se um paralelo do RS e condições da área de estudo com o país de Portugal em relação aos respectivos potenciais de irradiação solar, também identificados na figura 2.

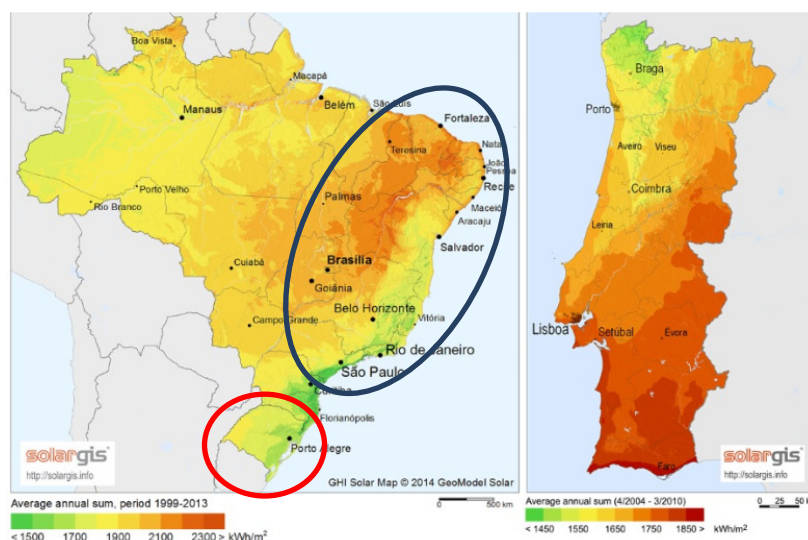


FIGURA 2 – LER14 Áreas em foco do trabalho em paralelo ao potencial de Portugal [7]

O estudo [3] identifica um potencial técnico para inserção de ESF no setor residencial, descrevendo a região do RS como a quinta maior do país no ranking com um total de 1,970 MW médios e 17.25 GWh de produção anual; isto mesmo que seja pequena as taxas de irradiação solar (esta ainda é melhor que diversos países da UE), o que também deve-se as condições de urbanização e até o momento segundo mesmo trabalho sem considerar fatores econômicos ou outras influências de mercado.

Outra referencia [4], apresenta para Porto Alegre (POA) a capital do RS, um potencial técnico de 705.5MWp, colocando-se como nona maior capacidade residencial de inserção de ESF entre as cidades brasileiras, consideradas pela análise urbana. Mesma fonte que evidencia em etapas mais detalhadas do trabalho uma penetração de ESF de 2013 a 2023 para o RS entre 3.899 GWp – 9.915 (mín/máx), para POA e Santa Maria (SM) 338 MWp e 51.9 MWp até 2020 respectivamente.

4.0 - - ESF E GD EM PORTUGAL

Para completar o paralelo, observa-se o histórico de ESF com GD em Portugal na tabela 1, este embora seja pequeno em proporções internacionais é considerado internamente como a fonte renovável de energia que mais cresceu no país [6], tendo evoluído de uma capacidade instalada residual anteriormente a 2010 (considerando quanto a micro e mini GD), para 346 MW em 2014.

Tabela 1 – ESF em Portugal com GD

ESF	2010	2011	2012	2013	Agosto 2014
<i>Micro/Mini Produção (MWh)</i>	371	1,448	13,414	48,432	75,569
<i>Capacidade Instalada (MW)</i>	134	175	244	299	346

Enquanto que durante cinco anos Portugal triplicou sua GD com ESF, por aqui têm ocorrido poucos avanços nesta área especificamente quanto a GD de forma diversificada, o que pode ser inferido desde 2010 quando eles publicaram “Study on the impact of Distributed Generation on the National Electricity System” [4], por falta de informações relevantes sobre o setor no panorama nacional. Tais necessidades e pontos levantados no trabalho [4] são similares e de interesse de [3], o qual identifica maiores impactos e compõe cenários para o progresso da ESF com potenciais de 835 MWP através de consumidores residenciais, comerciais e projetos de P&D. Tais valores são relativamente muito conservadores, e mesmo segundo [3] em suas conclusões admite que poderia ser muito melhor aproveitado a ESF ainda considerando as dimensões do Brasil ou em resposta a condições atuais do setor elétrico.

5.0 - NOVAS PERSPECTIVAS PARA NET METERING

Identifica-se então, uma vital necessidade da introdução e modelagem de negócios de forma inovadora em níveis de país/estados/empresas com exemplos tais quais países mais desenvolvidos que conseguiram consolidar a ESF no restante do mundo. Para estes novos mercados emergentes é importante que seja realizado o estudo em áreas de pequena expectativa de irradiação solar para promover a diversidade energética e introduzir a ESF aos poucos de maneira confiável, a fim de melhorar índices de energias renováveis regionalmente e de maneira equilibrada no país. Este tipo de mudança geralmente ocorre através da inserção de medidas políticas, modelos de contratos em longo prazo, taxas incentivos e demais benefícios financeiros, a exemplo das *tarifas premium* para ESF e GD. O que se questiona é: de fato o *Net Metering* existente no Brasil é suficiente? Porque não se pode atribuir aos consumidores a liberdade de escolha das fontes de sua energia tal como ocorre em Portugal?

Semelhantes questões também são respondidas por [3], mostrando que condições de integração da ESF podem acontecer através da difusão de diferentes tipos de investimentos. Explica que a fonte fotovoltaica está globalmente atrelada a premissas como a compra exclusiva por interesse do consumidor final, porém existem demais soluções amplamente utilizadas internacionalmente como o aluguel ou arrendamento que tem mostrado excelentes resultados. Neste caso usuário que emprega a ESF tem custos zeros de instalação, pagando taxas mensais para a empresa responsável pelo sistema e sua manutenção; desta forma existem contas fixas e acordo entre as partes, além do que os gastos de energia com a concessionária será menor, favorecendo em ambas vias os seus envolvidos. O que se conclui é um momento favorável para este tipo de negócio, sendo necessário estudar mais quanto sua viabilidade, já que em outras condições adequa-se perfeitamente ao cenário regulado brasileiro do *net metering*; apontando para caminhos ainda não são explorados no país pela ESF, considerando que um agente único faria a gestão das etapas de financiamento, compra, logística, vendas, instalações e manutenção em grande escala facilitando benefícios de escala-escopo.

Nestes contextos apresentados, o trabalho visa como estudo de caso um planejamento onde a concessionária local (AES SUL) tenha metas de atender 10% do seu fornecimento de energia com ESF. Para tais deduções serão utilizados valores reais do consumo de energia obtidos do Operador Nacional do Sistema (ONS) de toda a região sul do Brasil no ano de 2013. A AES Sul, empresa escolhida para o estudo tem o posicionamento estratégico no RS e é do seu interesse saber condições e impactos da GD em larga escala para horizontes próximos, sendo assim a ideia seria apresentar de forma combinada ou integrada como ela pode se planejar para atingir tal cota e consequências diversas da logística. Então outra vez é considerado um paralelo, tendo em vista que para pesquisa de dados e modelagem inicial é comparado físico/técnicamente salvo as devidas proporções ao ambiente elétrico de Portugal, através do seu mercado interno (REN – Redes Elétricas Nacionais); no que tange a exemplos e experiências mais avançadas no uso de GD.

6.0 - DEMANDA DE ENERGIA E CAPACIDADE TÉCNICA

A região sul do Brasil é responsável por um consumo anual de energia de cerca de 89.71 TWh, registrados em 2013. Delimita-se pelos estados de Santa Catarina (SC), Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS), representando juntos 14.7% da energia exigida no Sistema Interligado Nacional (SIN) de um total de 609.9TWh segundo a ONS. Na figura 3, exibe-se já uma análise comparativa do consumo de energia da região sul, com o estado do RS e ainda a parcela suprida pela AES Sul; são os dados de partida para identificar os 10% desejados com ESF.

Na figura 4 apresenta-se a capacidade máxima de pico do sistema elétrico do RS, com teto de 7.1 GW; e mesmo que se esteja longe de um estrangulamento do sistema, é preciso antecipar-se ao crescimento gradual e contar com opções de expansão da oferta de energia. Percebe-se no mês de Fevereiro a ocorrência do carregamento máximo no sistema, atingindo 6.28 GW (em Portugal a máxima encontrada é para o mês de dezembro com 8.32 GW). Essas informações são úteis quando se deseja prospectar o impacto e a penetração da energia solar fotovoltaica, visto que pode postergar investimentos para atender o crescimento orgânico da rede. Ressalta-se a importância que a ESF pode alcançar e principalmente a curto prazo, [4] encontrou um potencial de 15.423 GWh em suas estimativas em 2012; que poderiam representar até 21% de ESF para o estado, e de maneira geral para o Brasil identificou um potencial técnico de 64.59 GWp. Se considerado em longo prazo para horizontes de planejamento em cenários macro, até 2030 o estudo prevê produção de 100 TWh com tecnologia fotovoltaica.

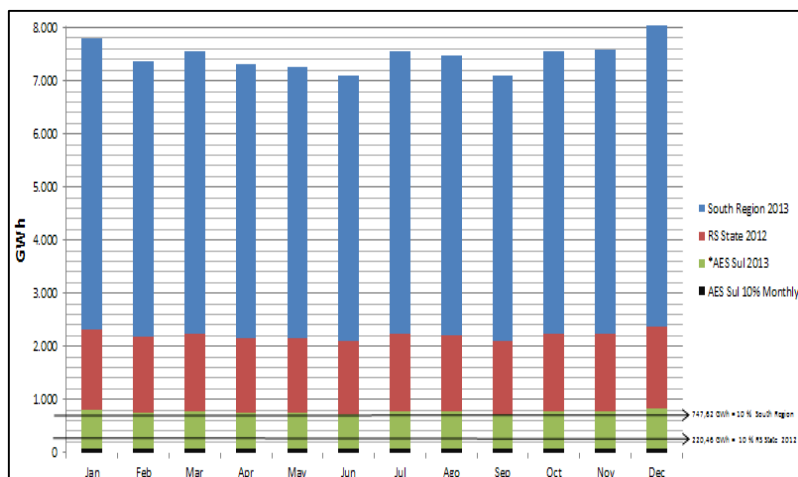


FIGURA 3 – Demanda anual de energia em 2013

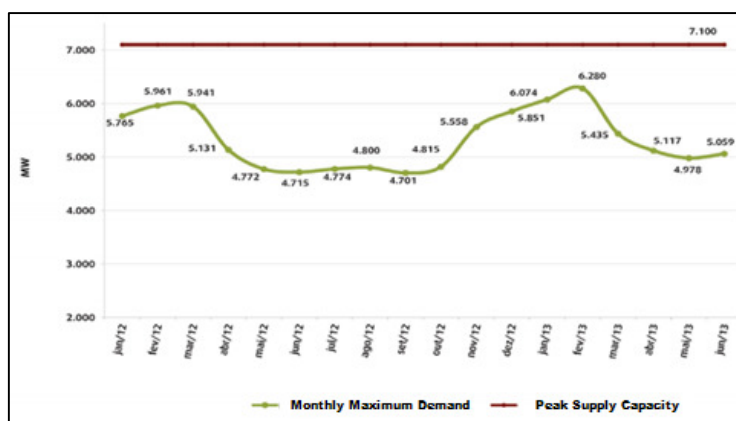


FIGURA 4 – Demanda máxima mensal no estado do RS [8]

Uma vez conhecido o comportamento anual do sistema, demandas e consumo, é possível restringir e focar para o estado na parcela condizente para o estudo de caso: Qual a estrutura e características técnicas da AES Sul? Como está seu histórico e perspectivas para os próximos anos?

7.0 - COMPARAÇÃO COM A CONCESSIONÁRIA AES SUL

A AES Sul é uma das três maiores distribuidoras do estado, abrangendo a região central com área total de 99.512 km². Contempla 118 cidades desde a região metropolitana de Porto Alegre até a fronteira com Uruguai e Argentina no extremo oeste, sendo responsável por 5.672 Milhões de unidades consumidoras. Para enumerar a grandeza que isto representa, Portugal por exemplo, tem em sua área continental 99,212 km², e através da REN é responsável por cerca de 6.1 Milhões de consumidores, figura 5.

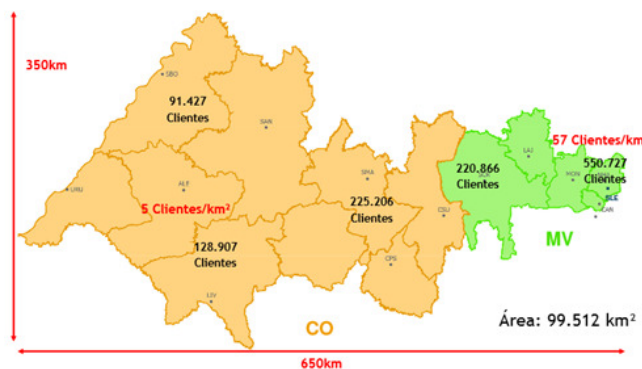


FIGURA 5 – Área de responsabilidade da AES SUL no RS [9]

Já na tabela 2, apresenta-se os recursos de transmissão e distribuição em um comparativo AES Sul e Portugal, com dados de 2013, ano em que Portugal consumiu 49.2TWh.

Tabela 2 – Dados de Equipamentos e Capacidade

ITEM	Unidade	AES Sul 2013 [10]	Portugal 2013*
Subestações	Número	59	196
Capacidade Instalada	MVA	2.690	34.984
Linhas de Transmissão	Km	2.043	8.733
Alimentadores	Número	432	-
Rede de Distribuição	Km	64.199	-
Transformadores	Número	61.685	-
Postes	Número	800.000	-

*REN info

A figura 5 indica o *Market Share* da AES Sul entre os diferentes tipos/classes de consumidores, em que identifica-se o setor residencial e industrial como maiores proporções, seguido na terceira posição por perdas que supera em 0.38% o setor comercial.

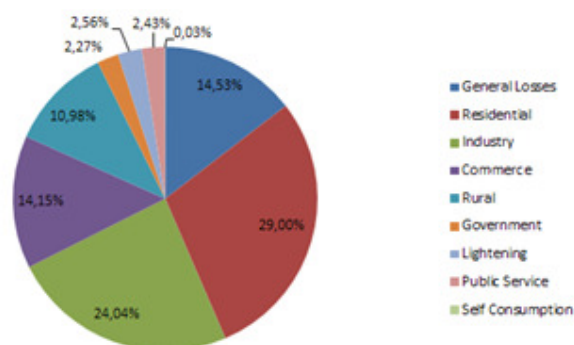


FIGURA 6 – Segmentação de mercado interno da AES Sul 2013 [11]

8.0 - PLANEJAMENTO

A Figura 7 compara a capacidade instalada da AES Sul, apresentando dados reais anteriores a 2013 e projeções com bases no horizonte de 2008 a 2016.

No ano de 2012 a demanda medida foi 2,017 MVA, já em 2013 foi de 2,690, enquanto que a cada ano seguinte espera-se a adição de 15 a 100 MVA através de planejamento de expansão com subestações. O que deve ser levado em conta para mensurar quanto investimento pode ser poupado em médios prazos uma vez que seja inserida mais GD. Comparar dados de riscos potenciais, finanças e prospectos futuros das tecnologia fotovoltaica é a necessidade para este tipo de negócio, focando este trabalho em como inserir os 10% propostos com ESF na rede elétrica da AES Sul de forma integrada em larga escala. Ou seja, dizer: nas hipóteses de adicionar a ESF diretamente em unidades consumidoras residências até este limite superior, que onere menores exigências de reconfigurações de rede ou sem outras alterações nos serviços de distribuição, da mesma forma no setores comercial e industrial. Uma observação é que poderia ser mais interessante utilizar-se de opções de GD ao patamar máximo de centrais com 30MW de forma que tal opção também é considerada.



FIGURA 7 – AES Sul 2013 – Capacidade e crescimento projetado de demanda para o horizonte 2008-2016 [10]
Na sequência, o trabalho considerará e avaliará o sistema proposto quanto à viabilidade econômica, uma vez que o foco é adequar ESF em larga escala através do uso dos incentivos e medidas atuais como o net metering; pois assim a energia produzida pode ser “vendida” a concessionária local através da injeção direta na rede, considerando que todo excesso produzido pode ser trocado por créditos na fatura dos respectivos consumidores.

Entretanto, para os diferentes casos simulados avalia-se desde condições iniciais com diferentes faixas que enquadram-se em Micro, Mini e GD; para a próximas etapas considera-las integradamente. Este estudo em particular assume potenciais teóricos da ESF como metas, e uma vez atingindo-as pode ser realizada uma realimentação no estudo propondo novas medidas em favor a viabilização nas diferentes classes consideradas, até o limite dos 10% com ESF conforme também foi pensado por [4]. Outra diferença consiste que o mesmo considera a irradiação solar e faixas de temperatura da cidade de Santa Maria em função dos dados de entrada para modelagem do problema.

9.0 - PRIMEIRA SIMULAÇÃO ECONÔMICA

Para o planejamento e demais premissas foram estabelecidos diferentes cenários em função de consumos médios dos respectivos consumidores, a entrada de irradiação solar foi obtida para a cidade de Santa Maria através de dados da NASA com o programa Homer e comparadas a outros softwares/bancos de dados, como por exemplo o RADIASOL. Realizando as simulações de viabilidade até o ponto de interesse dos 10%, tendo como resultados iniciais os dados presentes na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados da Simulação

ESF= 756.759 (kW)	Caso Base: Energia apenas da rede	Santa Maria
Irradiação	-	4.88 kWh/m ² /day
Investimento Inicial (US\$)	0.00	1,658,692,127.00
O&M (US\$/year)	1,288,771,604.89	1,165,375,320.81
Total NPC (US\$)	18,163,874,168.16	18,083,427,056.32
LCOE (US\$/kWh)	0.1404	0.1396
% Renovável	0	12%
Juros	5%	5%
Tempo de Vida	25	25
Energia Produzida (kWh)	-	1,107,655,296
Energia Comprada (kWh)	9,289,537,536	8,181,881,856
Economia US\$	0	80,447,111.83
Taxa de Retorno	-	7.44%
Taxa interna de Retorno	-	5.49%
Período de Retorno	-	13.7 years

Uma análise classificativa é realizada para energia gerada em inferência ao consumo de energia ser feito para três tipos diferentes de consumidores: os residenciais (1kW, 2KW, 6KW); comerciais para até 12kW e industriais a partir de 12KW. Para denominação conforme a legislação que no caso Brasileiro divide-se entre Micro, Mini e GD presentes na tabela 4.

Tabela 4 – Faixas de Valores

Classificação	Faixa	Valores considerados
Micro DG	Menos de 100kW	1 kW - 2 kW – 6 kW 12 kW
Mini DG	100 a 1,000kW	207 kW – 500 kW
GD	1,000 a 30,000kW	1,000 kW – 1,650 kW – 30,000 kW
10 % AES sul	x25 plantas GD de 30MW	756,759 kW

10.0 - RESULTADOS

Para o caso base (tabela 3), é considerado a energia exclusivamente comprada da rede, outra premissa a mencionar é que os valores de US\$/kWh utilizados são dados da Associação Brasileira das Distribuidoras de Energia (ABRADEE) praticados no ano de 2014 (0.14041 US\$/kWh) e os resultados seguem conforme na tabela 5.

Tabela 5 – Resultados da 1ª Simulação – Caso Geral

Capacidade	Investimento Inicial (US\$)	Energia Produzida (kWh/ano)	LCOE (US\$/kWh)	Retorno (anos)
0 – Grid Only	-		0.1404	-
1 kW	2,191.84	1,464.00	0.1404	-
2 kW	4,383.67	2,927.00	0.1404	-
6 kW	13,151.02	8,782.00	0.1404	-
12 kW	26,302.04	17,564.00	0.1404	-
207 kW	453,710.20	302,982.00	0.1404	14.4
500 kW	1,095,918.37	731,841.00	0.1404	14.1
1000 kW	2,191,836.73	1,463,682.00	0.1404	13.9
1650 kW	3,616,530.61	2,415,074.00	0.1404	13.8
30000 kW	65,755,102.04	43,910,500.00	0.1404	13.7
756759 kW	1,658,692,127.35	1,107,655,296.00	0.1395	13.7

Quatro novas simulações revisam a condição inicial e caso base, considerando agora os casos específicos com as tarifas médias de ABRADEE/2014 da AES Sul nos setores industrial, comercial e residencial. Também foi adicionado uma condição excepcional na qual a tarifa média é o custo US\$/MWh da empresa Eletroacre, a mais elevada da classe residencial de todo o país [11] no momento, e os resultados foram organizados na figura 8.

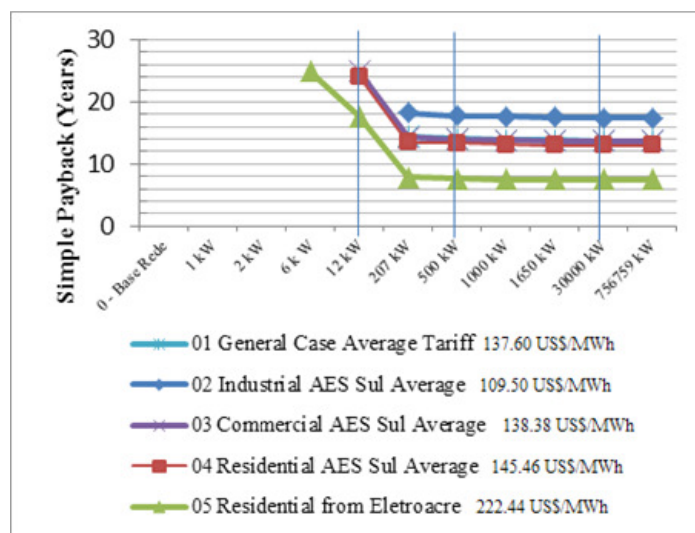


FIGURA 8 – Resultados das Simulações dos Cenários

Os custos finais da energia (LCOE) são encontrados viáveis para uso de ESF quando atingido os 10% pretendidos, em algumas situações onde o uso de ESF for inferior a 6 kW o tempo de retorno extrapola a vida útil do projeto sendo opções desconsideradas, figura 8, o que mostra que pode haver condições desfavoráveis ao uso residencial/comercial sem incentivos externos. Em geral o LCOE final foi reduzido para 0.1395 US\$/kWh. Para o caso industrial o preço foi elevado a 0.1142 US\$/kWh, enquanto que o comercial ficou em 0.1404 US\$/kWh e a residencial igual a 0.1469 US\$/kWh. Utilizando o valor da Eletroacre o preço final LCOE obtido foi de 0.2167 US\$/kWh que teoricamente representa a maior redução possível no país (-0.0102 US\$/kWh).

Dadas as conjunturas atuais do setor energético no país, previsões de elevação dos custos e demais particularidades evidenciam e explicam a proximidade da paridade tarifária para ESF em mais setores e distribuidoras no país, sobretudo quando comparado e incluso custos de transmissão a larga distância ou outras influências que aprimorariam a atratividade da ESF. Se a tarifa de energia estiver maior que 227 US\$/MWh, devido ao *net metering*, projetos a partir de 12kW tem um tempo de retorno do investimento esperado de 17.7 anos. No entanto, tal a configuração proposta para uso em larga escala, sob ponto de vista mercadológico, aconselha-se atenção aos projetos a partir dos 207 kW, configurados em Mini-GD e que são possíveis de apresentar retorno econômico desde 7.87 anos até uma redução de 7.47 anos; mantendo-se as premissas estipuladas.

Resumindo, em função de lidar com valores médios de US\$/MWh para o setor residencial da AES Sul, encontrou-se viabilidade com retorno próximo a 13 anos, da mesma forma no caso comercial em um tempo de 14 anos. Em nível industrial, as simulações indicam um atraso do tempo de retorno para 15 anos.

11.0 - CONCLUSÕES

O estudo apresentou uma abordagem regional para os impactos econômicos e de operação para a distribuidora avaliada, revisando legislação Brasileira e histórico Português quanto à GD e ESF, contexto sobre o qual se fez o vínculo com o atual momento brasileiro dado as regras de *net metering*, com preço otimizado das tecnologias e projeções do potencial solar que evidenciam oportunidades aos investidores de GD melhores que opções dos leilões.

Das simulações feitas encontraram-se benefícios econômicos através dos cenários de “venda” de ESF para a AES Sul via GD com o mecanismo de *net metering*, o que significa que a ESF pode alcançar elevada difusão em pouco tempo (a exemplo dos 756.76 MWp previstos com geração anual de 1,107 TWh), melhor que os panoramas apresentados por outros estudos com BAU e estudos do governo; o que permitiria apenas com um estado ou concessionária local superar Portugal no uso de ESF e melhorar a energia solar nos índices de energias renováveis do país.

Os 10% de energia solar fotovoltaica é evidentemente possível a níveis das distribuidoras, porém ainda necessitam elevados investimentos iniciais que se aproximam de US\$ 1.63 bilhões, mas que na sequência representariam uma economia de US\$ 80.40 milhões em NPC (*Net Present Costs*). Desprezando benefícios externos e intrínsecos como trabalho gerado, questões ambientais, redução de emissões, perdas de energia, adiamento de ampliação em redes ou outros indicadores como: gestão de contas/manutenção, financiamento, linhas de crédito e requisições governamentais que se caracterizam como objetivos futuros a investigação sobre impactos da ESF.

12.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] EPIA. “Global Market Outlook – For Photovoltaics 2013-2017”. EPIA Disponível: <http://tinyurl.com/acbjkvo>
- [2] EPE. “Leilão de Energia de Reserva de 2014: Visão Geral”. Rio de Janeiro, Nov. 2014. Disponível: <http://tinyurl.com/pawmguf>
- [3] EPE. “NOTA TÉCNICA DEA 19/14 Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos. Rio de Janeiro, Out. 2014. Disponível : <http://tinyurl.com/n6yedq3>
- [4] KEMA. “Report: Study on the impact of Distributed Generation on the National Electricity System”. ERSE. Marc. 2011, Portugal
- [5] R.F.C.Miranda. “Análise da inserção de geração distribuída de energia solar fotovoltaica no setor residencial brasileiro” Master Thesis – UFRJ/COPPE. Rio de Janeiro, Oct. 2013. Brazil. Disponível: <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/miranda.pdf>
- [6] Governo de Portugal. “Renováveis” - Estatísticas rápidas - nº 118. Direcção Geral de Energia e Geologia, Aug. 2014.
- [7] SOLARGIS. Free Global Horizontal Irradiation Maps. Dec. 2014. Disponível: <http://solargis.info/>
- [8] AES SUL. “Relatório da Administração 2013” AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A Disponível: <http://tinyurl.com/l2uwch4>
- [9] AES SUL. “Diretoria de Operações, Gerência de Operações: Novas Tecnologias”. Disponível: <http://tinyurl.com/lbkxh3e>

[10] AES SUL. Agenda 2020. Disponível: <http://tinyurl.com/mukxytq>

[11] ABRADÉE. “Dados de mercado das empresas distribuidoras associadas”. Brazil, 2014. Disponível: <http://tinyurl.com/ltorecn>

13.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Ricardo César do Amaral (Santa Maria / 1989)

Engenheiro Eletricista pela UFSM/2013

Aluno de Pós Graduação PPGEE/2015 – Sistemas de Energia.

Experiência viabilidade técnica e econômica com fontes renováveis de energia; levantamento de potencial energético aliados a temáticas de sustentabilidade. Como tema de final de curso investigou o reaproveitamento de biogás em aterros sanitários. Tem interesse nas áreas de mercados de energia internacionais, resíduos urbanos e meio ambiente, realizando tais estudos na FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/Portugal. Realizou estágio curricular em Concepción – Chile, na *Unidad de Desarrollo Tecnológico* - UDT em um projeto sobre Biomassa para o Ministério de Energia e Meio Ambiente.