



RGeAS Revista de Gestão
Ambiental e Sustentabilidade

Revista de Gestão Ambiental e

Sustentabilidade

E-ISSN: 2316-9834

revistageas@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Dias Blois, Henrique; Paris, Edevaldo; Peres Carvalho, Maitê; Blois Nunes, Bruno
**SILVICULTURA: CENÁRIOS PROSPECTIVOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA**

Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, vol. 6, núm. 1, enero-abril, 2017, pp.

140-159

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471655307011>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



SILVICULTURA: CENÁRIOS PROSPECTIVOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Recebido: 16/08/2016

Aprovado: 12/01/2017

¹Henrique Dias Blois

²Edevaldo Paris

³Maitê Peres Carvalho

⁴Bruno Blois Nunes

RESUMO

A silvicultura gera em todos os seus segmentos de produção uma grande quantidade de resíduos que constituem uma fonte energética em potencial e uma oportunidade de geração de energia elétrica a partir do aproveitamento desse material. Para tanto, este estudo constitui-se na construção de cenários futuros para o setor de geração de energia elétrica a partir de fontes alternativas e renováveis na região do Vale do Taquari e Alto da Serra do Botucaraí, centro-norte do estado do Rio Grande do Sul, buscando a aplicação de resíduos e subprodutos provenientes da silvicultura presente de forma intensiva e tendencial nas atividades econômicas da região. Através de cenários prospectivos, observar-se-á quais são os eventos impactantes na viabilidade de um projeto ambiental que visa o aproveitamento dos resíduos da silvicultura para a geração de energia elétrica na região. Dessa forma, foi utilizado o método descrito por Grumbach (2000), uma metodologia que prospecta cenários a partir da participação de peritos, que colaboraram analisando e propondo eventos que impactam como pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças e suas inter-relações. Também foi evidenciado o grau de influência e dependência entre os eventos, o que gerou a matriz de impactos cruzados. Ademais, foram construídos e analisados possíveis cenários futuros, demonstrando que a região estudada possui eventos potenciais que poderão servir como alternativas para o setor. Contudo, não foi identificado nenhum cenário ideal para os próximos cinco anos, fato que se deve à grande quantidade de eventos desfavoráveis, seis entre os dez eventos definitivos.

Palavras-chave: Energia elétrica; Fontes Alternativas; Silvicultura; Resíduos; Cenários.

¹ Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Santa Catarina (Brasil). Professor pela Universidade de Passo Fundo - UPF, Rio Grande do Sul (Brasil). E-mail: blois@upf.br

² Bacharel em Administração pela Universidade de Passo Fundo - UPF, Rio Grande do Sul (Brasil).
E-mail: edevaldoparis@gmail.com

³ Doutorado em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande do Sul (Brasil).
E-mail: maite_carvalho@yahoo.com.br

⁴ Doutorando em Educação pela Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Rio Grande do Sul (Brasil)
E-mail: bruno-blois@hotmail.com



FORESTRY: PROSPECTIVE SCENARIOS FOR GENERATING ELECTRICITY

ABSTRACT

Forestry generates in all production segments a lot of waste which is a potential power source and an opportunity for electricity generation by the use of this material. Therefore, this study represents the construction of future scenarios for the power generation sector from alternative and renewable sources in the region of Vale do Taquari and Alto da Serra do Botucaraí, in the Northern-Central region of the State of Rio Grande do Sul, aiming for the application of waste and by-products from forestry present in a intensive and tendentious way in economic activities within the region. By way of prospective scenarios, one will be able to observe which events are impactful on the viability of an environmental project for recovery of forestry waste to generate electricity in the region. Thereby, we used the method described by Grumbach (2000), a methodology

that prospects scenarios from the participation of experts, who collaborated analyzing and proposing events that impact as strengths and weaknesses, opportunities and threats and their interrelationships. Also, it was evident the degree of influence and dependence between the events, which create a matrix of cross impacts. Moreover, possible future scenarios have been constructed and analyzed for demonstrating that the study area has potential events that could serve as alternatives to the sector. However, no ideal scenario has been identified for the next five years, a fact that is due to the large amount of adverse events in six out of the ten final events.

Keywords: Electricity; Alternative Sources; Forestry; Waste; Scenarios.

SILVICULTURA: ESCALARIOS PROSPECTIVOS PARA GENERAR ELECTRICIDAD

RESUMEN

La silvicultura reproduce en todos los segmentos de producción una gran cantidad de residuos que constituyen una potencial fuente de energía y una oportunidad para la generación de electricidad a partir de la utilización de este material. Por lo tanto, este estudio constituye la construcción de escenarios de futuro para el sector de generación de energía a partir de fuentes alternativas y renovables de la región del Vale do Taquari y Alto da Serra do Botucaraí, centro norte de Rio Grande do Sul, buscando la aplicación de los residuos y subproductos de esta tendencia presente de forma intensiva en las actividades económicas de la región. A través de escenarios de futuro serán observados cuales son los eventos impactantes sobre la viabilidad de un proyecto ambiental dirigido a la recuperación de los residuos de la silvicultura para generar electricidad en la región. Por lo tanto, se utilizó el método descrito por Grumbach (2000), una

metodología que proyecta escenarios a partir de la participación de expertos, los cuales colaboraron analizando y proponiendo eventos que tienen un impacto como puntos fuertes y débiles, las oportunidades, las amenazas y sus interrelaciones. Además, fue evidenciado el grado de influencia y dependencia entre los eventos que condujeron a la matriz de impactos cruzados. Por otra parte, se construyeron y se analizaron los posibles escenarios de futuro que demuestran que la región del estudio tiene eventos potenciales que podrán servir como alternativas al sector. Sin embargo, no se identificó ningún escenario ideal para los próximos cinco años, un hecho que se debe a la gran cantidad de eventos desfavorables, seis de los diez eventos definitivos.

Palabras clave: Electricidad; Fuentes Alternativas; Silvicultura; Residuos; Escenarios.



INTRODUÇÃO

No cenário atual, o setor elétrico, em um contexto mundial, configura-se pelo alto consumo, demanda latente, preocupação com questões relativas ao meio ambiente e, principalmente, pela busca de novas formas sustentáveis de produção de energia que possam vir a suprir a crescente demanda sem onerar mais recursos naturais.

Gambiagi, Villela, Castro e Hermann (2005) salientam que a economia se comporta cada vez mais agressivamente sobre os fatores influenciadores de desenvolvimento, trazendo forte pressão para o sistema energético e demandando mais disponibilidade de energia elétrica, isso porque a energia caracteriza um recurso considerado básico na produção de um bem ou serviço. Dessa forma, o estudo de cenários e a aplicação da análise futurística da evolução do setor em um determinado intervalo de tempo torna-se uma alternativa valiosa não apenas para o setor de geração de energia, mas para a economia, seja ela local ou nacional. Moretti (2000) retrata que, no Brasil, as primeiras empresas a utilizarem tal prática foram a Eletrobrás, em 1987, e a Petrobrás, em 1989, em razão de operarem com projetos de longo período de maturação, o que exigia visão de longo prazo.

A realidade vivenciada hoje é volátil, justamente pela revolução tecnológica, em que o fluxo de informações a nível global gera maior alcance ao conhecimento de novas tecnologias, o que traz impactos diretos a todos os setores, sejam eles industriais, de produção, comércio ou de serviços. Dessa forma, em uma análise mais local, foi possível identificar que nos municípios do Vale do Taquari e Alto da Serra do Botucaraí, localizado na Região dos Vales, centro-norte do estado do Rio Grande do Sul/Brasil, existe uma demanda maior de energia elétrica do que a capacidade de produção das companhias da região. Os recursos naturais para ampliação da capacidade de produção já se encontram bastante comprometidos, direcionando a possibilidade de produção a fontes alternativas de geração que terão a sua viabilidade de utilização avaliadas de acordo com as características do macro e do microambiente que influenciam no setor, como agricultura, clima e atividades econômicas, por exemplo, possibilitando assim o estudo de cenários prospectivos buscando-se um conhecimento do comportamento futuro do setor, e a possibilidade de geração de energia elétrica a partir do aproveitamento de resíduos da silvicultura do eucalipto.

Segundo dados obtidos nas empresas do setor de geração e distribuição de energia da região em

estudo, a economia regional é essencialmente agrícola, com uma matriz econômica voltada para a agropecuária, agricultura de grãos e silvicultura. A silvicultura, composta principalmente por florestas de eucalipto e plantações de erva-mate, ao passo que aumenta na região, gera em todos os seus segmentos de produção uma grande quantidade de resíduos que constituem uma fonte energética em potencial e uma oportunidade de geração de energia elétrica a partir do aproveitamento desse material. Para tanto, viabilizar a utilização de resíduos provenientes de atividades agrícolas significa um aproveitamento de uma fonte de energia – que não é aproveitada – descartada no ambiente de produção, o que poderá contribuir tanto para aspectos de responsabilidade ambiental quanto para aspectos econômico-financeiros.

Quando o ambiente é marcado pela complexidade em que se compõe e rodeado de incertezas, uma das técnicas possíveis e mais indicadas para a formulação de planos estratégicos é o uso de cenários. As características descritas do ambiente em estudo permitem a aplicação de técnicas de avaliação de cenários, a fim de que seja possível determinar possíveis rumos para o setor de geração de energia a partir de fontes alternativas para o futuro. De acordo com Godet (1993), cenário é um conjunto formado pela descrição coerente de uma situação futura e pelo encaminhamento imaginado e criado dos acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura. Com esses conceitos descritos, surge um questionamento crítico que visa analisar – através de cenários prospectivos – qual seria a viabilidade e quais são os eventos impactantes em um projeto de cunho ambiental que tem como objetivo o aproveitamento de resíduos da silvicultura para a geração de energia elétrica. Para tanto, foi utilizado o método descrito por Grumbach (2000), uma metodologia que prospecta cenários a partir da participação de peritos, os quais analisam e propõem eventos que impactam como pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças e suas inter-relações.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Setor Energético Brasileiro e sua Caracterização

O setor energético brasileiro constitui uma das bases da economia do país, o que exige um gerenciamento estratégico de seu funcionamento, segundo o Plano Nacional de Energia 2030 do Ministério de Minas e Energia (MME):



O Brasil pode se posicionar de modo a aproveitar as oportunidades ou se defender das ameaças criadas pelo ambiente externo. Um bom posicionamento depende de o país estar preparado de forma adequada para qualquer que seja o contexto mundial, o que significa tanto potencializar as vantagens comparativas do país (as forças) como enfrentar uma série de problemas internos com graus de dificuldade diferentes (as fraquezas) (MME, 2007).

No cenário econômico, o Brasil configura-se como uma economia emergente que, ao passo que se desenvolve, demanda mais recursos, principalmente aqueles de base de produção, como no caso a energia elétrica que é utilizada basicamente em tudo o que se produz, pois de acordo com o Plano Nacional de Energia 2030:

Com relação à energia elétrica, o alto crescimento foi puxado pelo aumento da taxa de atendimento dos diversos setores da economia, por conta da expansão da capacidade instalada e da rede de distribuição, além do aumento da participação de indústrias eletrointensivas. Por outro lado, em 2001 o país enfrentou séria crise no fornecimento de energia elétrica. O programa de racionamento implantado para fazer face a este problema caracterizou-se por um conjunto de medidas definidas pelo Governo Federal com a finalidade de administrar um período que se antevia extremamente crítico no que diz respeito ao suprimento de energia elétrica nas Regiões Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste (MME, 2007).

Desse modo, o poder público buscou um posicionamento para embasar a geração de energia de acordo com as potencialidades do país. Segundo Reis (2011), o Brasil, nos últimos anos, focou investimentos na construção de grandes centrais de geração de energia elétrica, buscando aumentar a oferta impulsionando a geração a partir da fonte hidroelétrica, tendo a fonte hídrica como a de maior representatividade em termos de produção e rentabilidade de investimentos.

As grandes dimensões territoriais brasileiras e o crescimento econômico razoável dificultam ainda mais o atendimento às demandas de energia elétrica, tendo em vista a necessidade de uma grande extensão de linhas de transmissão e distribuição e um consumo crescente. De acordo com dados obtidos no Atlas de Energia Elétrica do Brasil da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL):

É um desafio levar energia elétrica para mais de 61 milhões de consumidores espalhados em um território de dimensão continental. O Brasil superou, no ano de 2007, a marca de 100 mil megawatts (MW) em potência instalada (75% de fonte hídrica e 25% de fonte térmica). E muito ainda pode ser feito para expandir o parque hidroelétrico, já que menos de 30% foi aproveitado (ANEEL, 2008).

O segmento de geração de energia elétrica nacional é um dos mais variados do mundo, contudo, apresenta alguns aspectos desfavoráveis, visto que, segundo Reis e Santos (2006), a geração de energia elétrica do país é focada em uma única fonte primária que, apesar de oferecer vantagens econômicas e ser aparentemente renovável, proporciona fortes impactos ao meio ambiente e às comunidades próximas aos locais de construção das centrais de geração, em alguns casos ao patrimônio histórico cultural e às belezas naturais ao longo dos percursos alagados. Os autores dispõem sobre as variadas fontes de geração de energia disponíveis no país, cada uma com suas peculiaridades e distinções do ponto de vista econômico, ambiental e sustentável, podendo ser classificadas em renováveis e não renováveis. Segundo os autores, o Brasil poderia ser um país-modelo na geração de energia de fonte limpa, se fossem, de fato, aproveitadas todas as fontes possíveis de geração, distribuindo a matriz energética que se encontra basicamente alocada na fonte hídrica por entre as diversas possibilidades viáveis de geração de energia elétrica, tendo em vista a tecnologia e a disposição de recursos suficientes para isso.

Segundo Costa e Prates (2005), “energia renovável é uma expressão usada para descrever uma ampla gama de fontes de energia que são disponibilizadas na natureza de forma cíclica”. As fontes renováveis são utilizadas para a geração de energia não apenas na forma elétrica, mas também para obtenção de calor e para movimentar motores de veículos, podendo ser disposta de diferentes formas, constituindo assim uma variável significativa de relevante observância no que diz respeito à inserção no quadro de políticas energéticas dos países, tendo em vista o fato de que as fontes renováveis de obtenção de energia caracterizam uma tendência mundial necessária à manutenção do equilíbrio ambiental do planeta.

Outro ponto em destaque é o considerável crescimento da utilização dessa fonte em escala global nos últimos anos. Entretanto, a sua contribuição à geração de energia ainda é modesta, principalmente em decorrência de fatores econômicos relacionados às nações consideradas grandes potências econômicas mundiais, que consomem volumosas quantidades de



energia e as obtêm de fontes não renováveis, em sua grande maioria petróleo e derivados.

Segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica (MME, 2015), a tabela 1 faz referência à capacidade instalada de geração térmica no mundo:

| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Δ% (2012/2011) | Part. % (2012) |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Mundo | 3.107,4 | 3.230,0 | 3.373,8 | 3.488,6 | 3.605,7 | 3,4 | 100 |
| China | 601,3 | 652,1 | 706,6 | 766,0 | 819,0 | 6,9 | 22,7 |
| Estados Unidos | 770,2 | 774,3 | 782,2 | 786,2 | 781,2 | -0,6 | 21,7 |
| Japão | 179,3 | 181,7 | 182,4 | 185,3 | 188,9 | 1,9 | 5,2 |
| Índia | 121,9 | 132,4 | 147,2 | 171,1 | 184,3 | 7,7 | 5,1 |
| Rússia | 152,7 | 153,8 | 156,7 | 159,4 | 161,3 | 1,2 | 4,5 |
| Alemanha | 75,4 | 76,1 | 78,0 | 81,1 | 80,9 | -0,3 | 2,2 |
| Itália | 71,0 | 71,1 | 72,5 | 73,3 | 73,2 | -0,1 | 2,0 |
| Irã | 45,2 | 48,4 | 52,9 | 56,5 | 67,0 | 18,7 | 1,9 |
| Reino Unido | 65,2 | 65,8 | 70,8 | 67,0 | 66,3 | -1,0 | 1,8 |
| Coreia do Sul | 55,8 | 56,3 | 60,2 | 58,1 | 65,3 | 12,4 | 1,8 |
| Brasil (29º) | 17,1 | 16,8 | 20,4 | 20,8 | 21,4 | 3,0 | 0,6 |
| Outros | 952,3 | 1.001,2 | 1.044,0 | 1.063,8 | 1.096,9 | 3,1 | 30,4 |

Tabela 1: Capacidade instalada de geração térmica no mundo – 10 maiores em 2012 (GW). (Fonte: U.S. Energy Information Administration – EIA. Nota: Capacidade Instalada de Geração Térmica utilizando carvão, derivados de petróleo e gás natural).

Na tabela 1, fica evidenciada a grande utilização das fontes consideradas poluentes e principais causadoras do aquecimento global pelas maiores potências econômicas e populacionais do mundo, como a China, que deteve 22,7% da produção mundial de energia elétrica no ano de 2012 a partir de fontes como carvão, derivados de petróleo e gás natural, sendo seguida pelos Estados Unidos com 21,7% e Japão com 5,2%. O Brasil ocupa a 29ª posição no ranking com 0,6% de participação com produção oriunda dessas fontes.

Com relação ao percentual de variação entre os anos de 2011 e 2012, os países que mais aumentaram as suas capacidades de geração a partir dessas fontes em gigawatts (GW) foram: China 6,9%; Índia 7,7%; Irã 18,7% e Coreia do Sul 12,4%. O Brasil, em termos de variação, somente entre os anos de 2011 e 2012, aumentou em 3GW a sua capacidade instalada de geração a partir dessas fontes, demonstrando já uma dificuldade de atender às demandas apenas com a produção das hidroelétricas.

No cenário brasileiro, retrata-se a forte participação das fontes renováveis na matriz energética

do país, principalmente da fonte hídrica e da biomassa, o que eleva o Brasil em termos de produção de energia proveniente de fontes renováveis em relação à maioria dos países. Além de o Brasil ter essa predominância no setor renovável, o governo brasileiro busca em conferências internacionais, como a RIO+20, a ampliação da exploração dessa fonte de obtenção de recursos energéticos, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de novas tecnologias que ampliem e viabilizem esse potencial campo de exploração por mais nações, principalmente as grandes economias mundiais, que respondem pela maioria dos gases geradores do efeito estufa (GEE) emitidos a partir da geração de energia elétrica em usinas térmicas que queimam combustíveis oriundos de recursos fósseis que são considerados finitos.



A Silvicultura como Fonte de Biomassa para Geração de Energia

De acordo com dados obtidos pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), Biomassa “é a massa total de organismos vivos numa área. Essa massa constitui uma importante reserva de energia, pois é formada essencialmente por hidratos de carbono” (CCEE, 2015). A biomassa pode ser vista como todo recurso proveniente de matéria orgânica e que detém grande potencial por oferecer a opção de ser utilizada de forma direta em caldeiras como fonte de energia térmica que pode ser convertida em energia elétrica. Segundo dados do portal, no Brasil, a imensidão das regiões tropicais e chuvosas oferece excelentes condições para a produção e o uso energético da biomassa em larga escala, com grande potencial no setor de geração de energia elétrica. A produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras, gera grande quantidade de resíduos que podem igualmente ser aproveitados na geração de energia elétrica.

As necessidades e demandas no setor energético surgem a cada dia com índices mais elevados, obrigando a economia nacional a buscar mais recursos para suprir essas novas demandas, e dentre esses recursos destaca-se a biomassa. Segundo Reis (2011), “o termo biomassa engloba um grande número de vegetais presentes na natureza formados por fotossíntese, e os resíduos formados por sua utilização”. O principal tipo de biomassa utilizada para obtenção de energia é a oriunda das florestas nativas e plantadas, como lenha, carvão, briquetes, cavacos e resíduos sólidos da madeira. Do ponto de vista energético, a biomassa extraída da madeira e vegetais plantados é uma das fontes ideais, tendo em vista o fato de que as plantas absorvem a energia do sol. Conforme o autor, a energia solar armazenada nas plantas é reciclada naturalmente por processos físicos e químicos de conversão que envolvem o sol, a atmosfera e outras matérias, até essa energia ser retirada da terra em forma de calor de baixa temperatura.

Segundo o disposto pela ANEEL (2008), a biomassa possui todos os aspectos necessários para ser considerada uma forma indireta de obtenção de energia solar. Essa energia é responsável pela fotossíntese, base dos processos biológicos que são responsáveis pela vida das plantas, a qual produz energia química que se converte em outras formas de energia ou em produtos energéticos, como, por exemplo, carvão vegetal, etanol, gases combustíveis e óleos vegetais combustíveis, dentre outros. A fotossíntese permite, também, a liberação de oxigênio e a captura de dióxido de carbono (CO_2), principal agente causador do efeito estufa.

Portanto, contribui para a contenção do aquecimento global.

Para Karchesy e Kock (1979), a biomassa florestal pode ser considerada uma forma de energia solar armazenada, uma vez que as árvores utilizam a luz do sol no processo de fotossíntese para transformar os elementos químicos CO_2 e a água (H_2O) em produtos de alto teor energético, como os carboidratos e oxigênio. Dessa maneira, toda a madeira proveniente de florestas plantadas que for destinada à queima para fins energéticos pode ser considerada de ciclo sustentável, uma vez que o percentual de CO_2 , produzido durante a queima da madeira é menor do que aquele percentual sequestrado da atmosfera pelas plantas durante o seu período de cultivo.

Seguindo o conceito de Pulito e Arthur (2009), a biomassa florestal destinada à utilização como fonte energética, na maioria dos casos, tem origem diretamente na floresta em exploração, onde são considerados todos os materiais orgânicos que sobram no ambiente após a colheita, como sobras de madeira com ou sem casca, os galhos grossos e finos, as folhas, os tocos, as raízes, a serapilheira e a casca em si.

O Brasil, em termos de florestas, sejam elas nativas ou plantadas, dispõe de um grande potencial econômico não explorado e, além disso, possui a grande vantagem de ser um país de clima tropical e dimensões continentais, características amplamente favoráveis ao desenvolvimento do setor silvícola. Em seu artigo sobre o ambiente florestal, Campanhola (2003) destaca que:

O Brasil possui um dos maiores remanescentes de florestas nativas no mundo (cerca de 5,1 milhões de quilômetros quadrados), várias representações de zonas climáticas e inúmeros biomas, dentre eles a Amazônia brasileira. Em função disso, detém 20% das espécies do mundo. Há estimativas de que a biodiversidade brasileira, se explorada adequadamente e em sua totalidade, poderia gerar dois trilhões de dólares por ano, cerca de quatro vezes o nosso Produto Interno Bruto – PIB de 2003. Além disso, nossas áreas exploradas com atividades agropecuárias e florestais ainda estão longe de atingir seu potencial máximo produtivo. Mesmo assim, as estatísticas econômicas mostram que o agronegócio florestal brasileiro já representa 5% de nosso PIB, 17% das exportações do agronegócio e 8% do total das exportações brasileiras, gerando 1,6 milhão de empregos diretos e 5,6 milhões de indiretos. Isso diz respeito à borracha natural, madeira, celulose, papel e móveis e seria muito mais impactante se fossem incluídas as atividades ligadas aos demais produtos não madeireiros: erva-mate,



cogumelo, plantas medicinais, dentre outros, e os serviços ambientais.

Na atualidade, a biomassa utilizada em processo de geração de energia elétrica nacional é proveniente na sua grande maioria dos resíduos da cana-de-açúcar. No entanto, pode ser obtida a partir de qualquer matéria de origem orgânica e ser explorada em larga escala a partir de resíduos provenientes de atividades do agronegócio, assim como acontece de forma tendencial e intensiva no setor sucroalcooleiro. O setor silvícola é uma das atividades do agronegócio brasileiro que oferece uma grande quantidade de biomassa que pode ser utilizada como fonte energética nos diferentes processos de obtenção de energia elétrica, tanto com o uso direto da lenha quanto através do aproveitamento dos resíduos provenientes das atividades do setor.

Gomes e Sampaio (2004) explicam que todo o processo de industrialização da madeira ou de transformação da matéria-prima florestal em produtos fabricados, ou na grande maioria semifabricados, gera um determinado percentual de resíduos, seja ele maior ou menor, de acordo com a finalidade em que a matéria-prima está sendo transformada. Conforme exemplo exposto, no setor madeireiro, estima-se que o volume aproveitado de uma tora de madeira seja de 40% a 60%, sendo o restante transformado em resíduos que se acumulam e são descartados como lixo em decorrência de falta de destinação. Malheiro (2011) ainda acrescenta que, na indústria de beneficiamento de madeira bruta, são geradas uma enorme quantidade e diversidade de subprodutos ou resíduos do processo de transformação, como casca, serragem, aparas, costaneiras e uma variedade de produtos rejeitados. Ou ainda podem ter origem em produtos lenhosos adversos, que vão desde a construção civil e atividades agroflorestais ao setor de prestação de serviços.

A biomassa, presente no grupo das chamadas fontes renováveis, constitui uma das grandes fontes possíveis para a geração de energia limpa dentro do cenário agrícola nacional, principalmente no setor florestal, tendo em vista as grandes áreas cobertas pelas florestas plantadas nas regiões Sul e Sudeste do país, o que caracteriza o setor silvícola como grande potencial na área. De acordo com Santos (2013):

A biomassa energética florestal pode ter diversas finalidades na sociedade. Seu emprego como recurso energético pode-se dar na forma de sólido, líquido ou gasoso, com os seguintes processos de transformação em energia útil:

a) Queima direta – consiste no uso do calor gerado pela combustão integral da lenha

(combustível sólido) em uma câmara de combustão onde ocorre a secagem, carbonização, gaseificação e queima do gás.

b) Carbonização – consiste na transformação do combustível sólido (madeira) em outro combustível sólido (carvão vegetal), a partir de uma combustão controlada (pirólise), transformando a madeira em um combustível com maior poder calorífico.

c) Gaseificação – transformação do combustível sólido em gás, para aproveitamento em processos específicos em que os combustíveis sólidos não possam ser utilizados.

d) Hidrólise – transformação da celulose em açúcar que, por ação de fermentação subsequente, é transformado em combustível líquido (metanol).

Segundo o site do Centro Brasileiro de Empresas de Energia (CB2E) (2014) (<http://www.cb2e.com.br/biomassa/>, recuperado em 18, novembro, 2015):

o Brasil, por possuir condições naturais e geográficas favoráveis à produção de biomassa, pode assumir posição de destaque no cenário mundial na produção e no uso como recurso energético. Por sua situação geográfica, o país recebe intensa radiação solar ao longo do ano – o que se traduz em fonte de energia fundamental para a produção de biomassa, quer seja para produção de alimentos ou para fins agroindustriais. Outro aspecto importante é que possuimos grande quantidade de terra agricultável, com boas características de solo e condições climáticas favoráveis. No entanto, é necessária a conjunção de esforços no sentido de que esta produção ou o seu incremento seja feito de maneira sustentável, tanto do ponto de vista ambiental quanto social.

Segundo Brito (2011), “dois a três bilhões de pessoas no mundo têm a madeira como sua principal ou única fonte de energia domiciliar”. De acordo com o autor, o Brasil ocupa a terceira posição no ranking, perdendo apenas para Índia e China. Segundo essa premissa do setor, torna-se visível o grande potencial de ampliação da utilização da madeira como fonte de geração de energia no país, “no Brasil, a madeira é a quarta fonte energética, depois do petróleo, cana-de-açúcar e hídrica. E há um potencial incrível para aumentar sua utilização, como fonte natural renovável”.

Seguindo o disposto por Grauer e Kawano (2001), o uso da madeira na geração de energia apresenta algumas vantagens, como o baixo custo de aquisição, a não emissão de dióxido de enxofre (SO₂),



uma menor agressividade das cinzas ao meio ambiente se forem comparadas às provenientes de combustíveis fósseis, a menor corrosão de equipamentos utilizados no processo de produção (caldeiras e fornos), o menor risco ambiental por se tratar de recurso renovável, o fato de as emissões não contribuírem para o efeito estufa e a possibilidade de aproveitamento dos resíduos do processo de fabricação (serragem, cavacos e pedaços de madeira). E como desvantagens é possível citar o menor poder calorífico e as dificuldades no estoque e armazenamento da madeira utilizada nas caldeiras.

De acordo com dados da ANEEL (2008), essa fonte energética encontra como um dos principais desafios a desmistificação do fato de que a biomassa é vista por alguns órgãos ambientais como uma fonte energética proveniente de desflorestamentos de áreas de florestas nativas, o que caracterizaria a biomassa como uma fonte não renovável, principalmente pelo fato de o país possuir uma grande produção de carvão vegetal que no passado era proveniente de derrubadas de matas nativas, ocasionando danos ao meio ambiente, como a desertificação, por exemplo. Esse fator é concentrado na sua grande maioria nas regiões Norte e Nordeste do país. De frente a esses órgãos ambientais, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2014) argumenta que “as florestas energéticas são plantadas com o objetivo de evitar a pressão do desmatamento sobre as florestas naturais. Elas contribuem também para o fornecimento de biomassa florestal, lenha e carvão de origem vegetal”. Além de servirem como “sumidouros” para uma grande quantidade de CO₂, “o reflorestamento para uso energético diminui a pressão sobre as florestas nativas e desempenha importante papel na utilização de terras degradadas (SEBRAE, 2014).

Segundo informações do estudo da *Estatistical Review of World Energy*, publicado em junho de 2008 pela *Beyond Petroleum*, nova denominação da *British Petroleum* (BP Global), “a quantidade estimada de biomassa existente na terra é da ordem de 1,8 milhão de toneladas”. Essa quantidade seria suficiente para geração de mais da metade da energia elétrica consumida no ano de 2007, por exemplo.

Perspectivas Futuras do Setor de Geração de Energia Elétrica

O setor elétrico deve apresentar, em um futuro breve, o estreitamento das capacidades de atendimento às demandas por conta do crescimento econômico do país. Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007) enfatizam que a eficiência energética em um cenário de crescimento econômico sustentado deve apresentar um

grande aumento da demanda de energia. Nessas condições, a estratégia de expansão da oferta de energia deve considerar iniciativas que promovam o uso mais eficiente das fontes, principalmente levando-se em conta aquelas com potencial praticamente inexplorado. O Brasil possui grande disponibilidade de fontes alternativas para a obtenção de energia que devem ser enquadradas em pesquisas de possibilidade de uso adequado para tais fontes.

Os fatores climáticos ganharam peso relevante nas últimas décadas quando se fala em emissão de gases poluentes para a obtenção de energia elétrica. Nesse quesito, hoje, o país possui uma posição confortável, já que a matriz energética está consolidada predominantemente sobre uma fonte considerada renovável. No entanto, esse conforto deve diminuir nos próximos anos, apresentando impactos já para a próxima década, dado o fato de que, ao passo que a economia cresce, há um aumento no consumo de energia elétrica, o qual pressiona o uso de fontes não renováveis para o suprimento das demandas. Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007) salientam que, em um horizonte de médio e longo prazo, alguns fatores, como o ritmo de crescimento e desenvolvimento da economia e a estrutura de aumento do consumo de energia, exerçerão influência direta no volume das emissões de CO₂, e que, mesmo levando-se em conta o aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira, o nível de emissões deverá ampliar-se significativamente nos próximos 25 anos.

De acordo com Udaeta (1997), no final do próximo século, provavelmente as populações dos países em desenvolvimento utilizarão duas ou três vezes mais energia do que utilizam nos dias atuais, e essa quantidade adicional no consumo de energia dependerá muito do esforço que for feito para conservá-la. Porém, mesmo assim, essa economia não será suficiente, pois, segundo cálculos feitos nos Estados Unidos, no *Orak Ridge National Laboratory*, a proporção de redução de emissões de toneladas de CO₂ em bilhões de toneladas necessárias é de 6 para 1, ou seja, somente para que se conservasse as taxas de CO₂ na atmosfera aos níveis atuais, o que ainda assim não evitaria a elevação das temperaturas atmosféricas do planeta, seria necessário que, a cada 6 bilhões de toneladas de CO₂ produzidas, se deixasse de produzir 5 bilhões. Essa grande quantidade de gás carbônico é decorrente principalmente do consumo de combustíveis fósseis, inclusive os combustíveis utilizados em grande quantidade em termoelétricas para a geração de energia elétrica em países que consideram economicamente mais viável a utilização desses combustíveis. Vale ressaltar que essa redução precisaria ser feita em um ambiente de crescimento econômico, tornando-a



visivelmente impossível de ser alcançada somente através de medidas de reeducação e conscientização para a economia de energia.

Frente a essas questões, são numerosas as possibilidades de proposições de cenários que possam ser implementados de forma estratégica para que seja possível não só a elevação dos níveis de segurança energética no que diz respeito à geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, mas também a possibilidade de se alcançar reduções consideráveis das contribuições do setor elétrico para com o aumento das emissões de gases poluentes.

A Região dos Vales, no centro-norte do estado do Rio Grande do Sul, apresenta amplo potencial para a obtenção de ganhos com a possibilidade de geração de energia elétrica a partir dessas fontes, tendo-se em vista fatores como o clima, a topografia e as atividades

agrícolas desempenhadas. De acordo com o mapa abaixo, o Vale do Taquari possui 37 municípios, sendo eles: Arvorezinha, Ilópolis, Dois Lajeados, Anta Gorda, Putinga, Vespasiano Correia, Doutor Ricardo, Pousos Novo, Relvado, Muçum, Progresso, Coqueiro Baixo, Nova Bréscia, Encantado, Travesseiro, Roca Sales, Canudos do Vale, Marques de Souza, Capitão, Imigrante, Arroio do Meio, Sério, Forquetinha, Colinas, Westfália, Santa Clara do Sul, Lajeado, Teutônia, Poço das Antas, Mato Leitão, Estrela, Paverama, Cruzeiro do Sul, Fazenda Vila Nova, Bom Retiro do Sul, Tabaí e Taquari. Já o Alto da Serra do Botucaraí é composto por 16 municípios, sendo eles: Alto Alegre, Barros Cassal, Campos Borges, Espumoso, Fontoura Xavier, Gramado Xavier, Ibirapuitã, Itapuca, Jacuizinho, Lagoão, Mornaço, Nicolau Vergueiro, Soledade, São José do Herval, Tio Hugo e Victor Graeff.

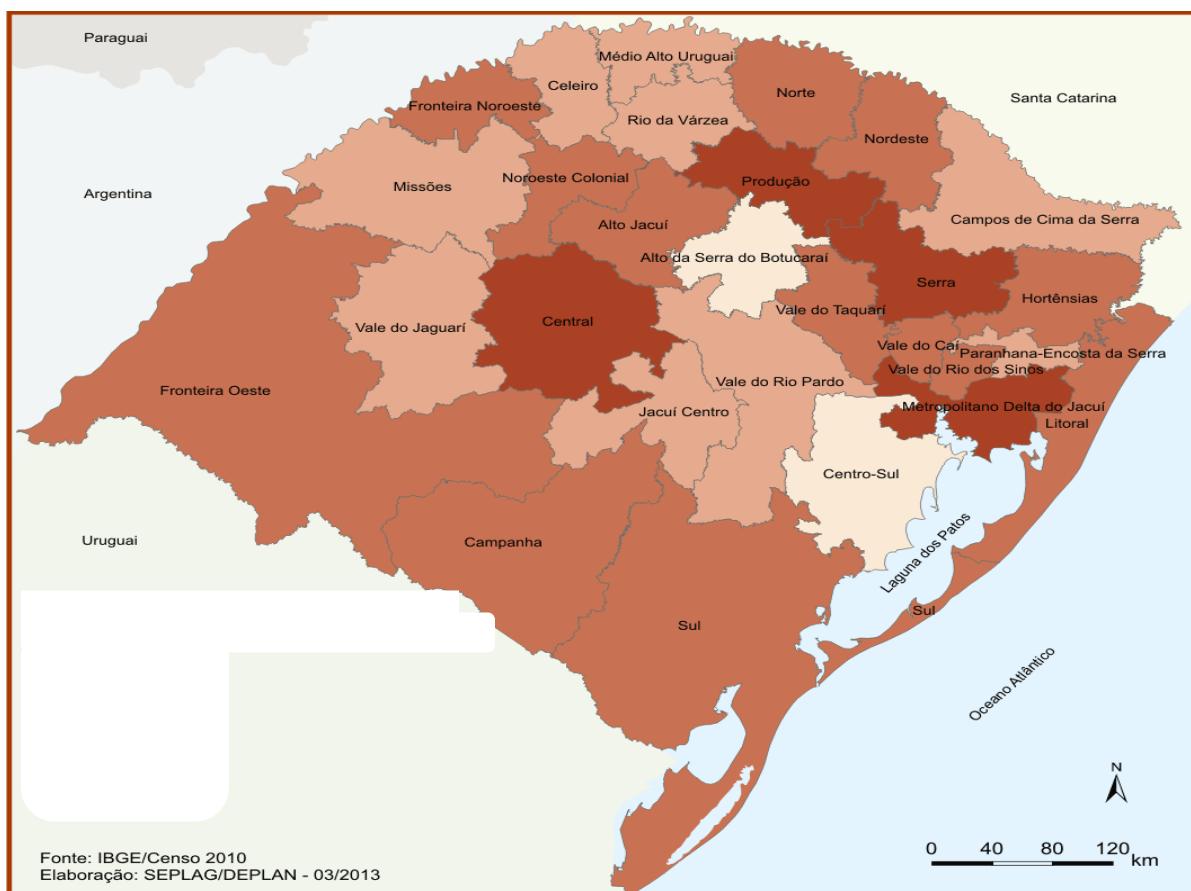


Figura 1: Subdivisão do território rio-grandense de acordo com cada região. (Fonte: IBGE/Censo 2010, de <http://IBGE.gov.br/censo2010/mapa/regiõesul>, recuperado em 13, dezembro, 2015).

Na região do Vale do Taquari e Alto da Serra do Botucaraí, no interior do estado do Rio Grande do Sul, pode existir uma forte probabilidade futura de

investimentos em geração de energia a partir de projetos na área de aproveitamento de biomassas provenientes de atividades do agronegócio, principalmente da



silvicultura do eucalipto, tendo em vista que essa atividade, segundo órgãos ligados ao setor agrícola, apresenta uma forte elevação em áreas reflorestadas nos municípios da região nos últimos anos e um aumento de participação como fonte de renda principalmente nas pequenas propriedades rurais. Diante da crescente demanda e da forte dependência elétrica da região do sistema nacional de distribuição de energia, uma vez que a Região dos Vales ainda possui uma produção de energia enormemente menor que as demandas e, ainda, visando um maior aproveitamento de recursos e, principalmente, a possível ampliação da renda para os agricultores familiares, surge a possibilidade futura de geração de energia verde proveniente do aproveitamento de resíduos das atividades agrícolas, basicamente da silvicultura, para queima em caldeiras termoelétricas na região.

Cenários Como Forma de Avaliar o Futuro

Para Porter (1989), os cenários são um dispositivo poderoso para se levar em conta a incerteza no momento em que são feitas escolhas estratégicas. Eles permitem que uma empresa se afaste de previsões perigosas de um único ponto do futuro nos casos em que este não pode ser previsto. Já Schnaars e Topol (1987) afirmam que o termo cenário é a combinação de três características básicas: narrativas fluidas, múltiplas projeções e progressão de eventos.

Planejar cenários pode ser visto como uma atividade ou um esforço de se descrever um futuro possível de forma convincente e consistente, baseando-se em fatos de relevância e com influência direta nos diferentes futuros projetados pelo gestor estrategista por meio de elementos que façam a ligação entre o presente e cada uma das situações futuras projetadas. Coates (2000) sugere que cenários devem ser elaborados a partir da identificação e definição do universo de preocupação do estrategista, definição das variáveis consideradas importantes para modelar o futuro do tema em estudo, identificação dos temas para a construção dos cenários e, a partir de então, criação dos diferentes cenários possíveis.

As técnicas de projeções futuras tiveram origem no meio militar. Segundo Marcial e Grumbach (2008), as técnicas projetivas, entre elas a análise de cenários, começaram a fazer parte das ferramentas dos militares americanos ainda durante a Segunda Guerra Mundial, em que eram empregadas tais técnicas como suporte à elaboração de estratégias de ataque e defesa.

De acordo com uma conceituada revista americana, a *Harvard Business Review*, a empresa *Shell* foi pioneira no desenvolvimento de cenários, utilizando

a metodologia durante as décadas de 1970 e 1980, quando a empresa conseguiu, através da utilização da técnica de projeção de cenários, prever-se dos choques do petróleo em 1973 e 1979, bem como para a quebra de preços ocorrida em 1980. A partir desse feito, o meio empresarial passou a visualizar a ferramenta de cenários por um ângulo diferente e a estratégia de projeção de cenários passou a ser vista como de grande importância para os gestores das organizações. Pardo e Moya (2013), visando compreender acontecimentos futuros de questões ambientais, utilizaram a técnica para analisar o potencial de melhoria da eficiência energética e a redução de emissões de CO₂ no setor de combustíveis até 2030.

Muitos estudiosos conceituados do ramo administrativo aprofundaram seus conhecimentos sobre a temática. Ribeiro (2006) enfatiza que, quando se utiliza o planejamento por cenários, é dado um passo à frente nas tradicionais metodologias de planejamento, já que as incertezas são integradas na construção do futuro, bem como viabilizam a captação da riqueza e a variedade de possibilidades, organizando-as em narrativas de fácil visualização e entendimento ao invés de armazenar somente grandes volumes de dados estatísticos sobre o assunto em discussão. Já Buarque (2003) afirma que, embora não possam ser eliminadas as incertezas nem definidas categoricamente as trajetórias futuras da realidade estudada, as metodologias de construção de cenários contribuem para delimitar as possíveis evoluções da realidade.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este é um estudo exploratório e tem lógica indutiva quando o conhecimento é baseado na experiência de peritos e a generalização deriva de observações de casos da realidade concreta. A natureza da pesquisa é aplicada, pois tem o objetivo de levantar causas e soluções para problemas práticos vivenciados no campo da administração.

Quanto ao seu processo, a pesquisa é qualitativa, desenvolvida por meio de estudo de caso em que peritos do setor de geração de energia elétrica da região do Vale do Taquari e Alto da Serra do Botucarái, localizados na região centro-norte do Rio Grande do Sul, tiveram participação na construção e na análise dos dados, sendo abordados através de reuniões e entrevistas semiestruturadas, durante o primeiro semestre de 2015. As informações foram levantadas por meio de fatos ou eventos que impactam o objeto de estudo e serviram no diagnóstico, na construção e análise dos cenários, além das previsões futuras.



Elaborar cenários é uma criação de planos estratégicos que vão influenciar diretamente nos rumos de uma organização. Pelo disposto por Marcial e Grumbach (2008), não existe um único método para a construção de cenários, e sim vários. Para construir cenários e elaborar estratégias é preciso utilizar ferramentas simples de assimilação. Nas técnicas de criatividade, o método *brainstorming* é uma forma de trabalho em grupo em que a intenção maior é produzir o máximo de soluções possíveis para um problema previamente identificado; essa ferramenta é a base do programa *Puma 4.0* (<http://www.brainstorming.com.br>, recuperado em 15 de setembro de 2015) utilizado neste estudo.

Para as técnicas de avaliação, o sistema conta com a ferramenta *Delphi*. De acordo com Bethlehem (2002), esse método é composto por uma das melhores técnicas qualitativas de previsão, consistindo em criar um questionário que é utilizado para a obtenção de respostas dos especialistas, as quais vão sendo utilizadas na obtenção de consensos e na formulação de novas perguntas. Ao final do questionário, o método disponibiliza uma média ponderada das respostas apresentadas nos questionários aplicados sobre a probabilidade do evento disposto no instrumento. Considerando que o estudo aborda um grupo de pessoas ligadas ao setor de geração e distribuição de energia elétrica regional e que esse grupo, elencado diretamente pelo pesquisador, detém um certo conhecimento mais elaborado do setor, o método *Delphi* se adaptou de forma coesa na metodologia de avaliação da pesquisa. Segundo o disposto por Camargo (2005), o método *Delphi* busca extrair e maximizar todas aquelas vantagens que apresentam os métodos baseados em grupos de especialistas, além de minimizar seus inconvenientes gerados. Aproveita a sinergia do debate em grupo e elimina as interações sociais indesejáveis existentes dentro de todo o grupo, buscando, assim, a elaboração de uma espécie de acordo ou consenso o mais consistente e legítimo possível, de forma que possa ser confiável.

De maneira complementar ao sistema *Delphi*, o presente estudo conta com a ferramenta de impactos cruzados. Marcial e Grumbach (2008) discorrem sobre o método de impactos cruzados, afirmando que tal ferramenta consiste em um composto de métodos que visa avaliar qual impacto teria um determinado evento diante da possibilidade de ocorrência de outro evento, considerando-se a interdependência entre esses eventos. Essa técnica acaba propiciando uma abordagem mais global e mais prospectiva do caso em estudo e, segundo os autores, “a influência da ocorrência de um evento

sobre a probabilidade de outros ocorrerem é o que se define como impactos”.

O método Grumbach, escolhido neste trabalho para a elaboração de cenários prospectivos no setor de geração de energia, baseia-se nos conceitos definidos sob a perspectiva de que existem vários futuros possíveis e de que o futuro não será, necessariamente, uma extração do passado. A escolha desse método deve-se aos avanços que o mesmo apresenta. Raul Grumbach é um brasileiro que estudou o desenvolvimento de Cenários Prospectivos no exterior e desenvolveu tal metodologia alinhando ideias de autores consagrados, como Igor Ansoff, Michael Porter e Michel Godet às suas próprias conclusões e às de sua equipe de pesquisa.

Unidade de Análise, População e Amostra

A unidade de análise da pesquisa é a área de produção de energia elétrica na região do Vale do Taquari e Alto da Serra do Botucaraí, centro-norte do estado do Rio Grande do Sul. A população escolhida para a pesquisa são gestores de empresas de geração e distribuição de energia elétrica e pessoas com um bom conhecimento e experiência no setor energético e no agronegócio regional.

A amostra consiste em oito peritos escolhidos entre essas pessoas que apresentam alto grau de conhecimento sobre o tema de estudo, os quais participaram de reunião para discussão do caso identificado como problema de pesquisa, em que foi proposta a aplicação da mesma àqueles que concordaram em responder aos questionários fornecidos pelo software de apoio ao estudo de cenários *Puma 4.0*.

O estudo de caso consiste basicamente na observação exaustiva de um determinado assunto até a sua completa compreensão, tendo como principal característica o estímulo a novas descobertas possíveis e a simplificação dos procedimentos. Segundo Diehl e Tatim (2004), “estudo de caso é um conjunto de dados que descrevem uma fase ou a totalidade do processo social de uma unidade em suas diversas relações internas e em suas fixações culturais”.

Plano de Coleta de Dados

Os dados foram coletados de fontes primárias e secundárias, aproveitando a disposição das fontes para a obtenção dos dados.

Os dados primários são aqueles obtidos pelo próprio pesquisador, de forma direta na fonte, e transcritos pelo mesmo em primeira mão. Segundo



Diehl e Tatim (2004), “as principais técnicas de coletas desses tipos de dados são a entrevista, o questionário, o formulário e a observação”.

Os dados secundários são aqueles que já foram tabulados ou transcritos e encontram-se disponíveis para análise. Nesse caso, os dados secundários foram fundamentais para a formulação dos eventos que foram apresentados aos entrevistados. Segundo Diehl e Tatim (2004), “dados secundários são aqueles obtidos de bancos de dados, arquivos ou relatórios de fontes bibliográficas e não são produzidos pelo pesquisador”.

Dessa forma, os dados foram colhidos diretamente nas empresas do setor na região, durante o segundo semestre de 2015, através de questionários estruturados aplicados diretamente aos peritos, visando a escolha dos eventos definitivos e o grau de influência e dependência entre eles, bem como a geração e a análise de cenários do setor regional de geração de energia renovável de fonte alternativa.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No início da pesquisa de campo, durante o primeiro semestre de 2015, realizaram-se reuniões com oito peritos visando estabelecer um diagnóstico do objeto de estudo. Desses reuniões foram levantadas questões endógenas e exógenas que impactavam tanto positivamente quanto negativamente o setor de geração de energia elétrica na região nos últimos 10 anos. Os peritos participaram da técnica *brainstorming*, proposta pelo método Grumbach (2000), por meio da qual eram encorajados a opinar livremente sobre fatos ocorridos no período preestabelecido. Foi possível então estabelecer 20 eventos futuros preliminares de ocorrerem nos próximos cinco anos (de 1º de janeiro de 2016 a 31 de dezembro de 2020), conforme listados no quadro 1:

| Quadro 1: Os vinte eventos preliminares com potencial de impacto no setor de geração de energia elétrica na região do Vale do Taquari e Alto da Serra do Botucarái, centro-norte do Rio Grande do Sul, Brasil. |
|---|
| 1. Aumento do consumo de energia elétrica pela maior produção e consumo de bens. |
| 2. Aumento da variedade de produtos tecnológicos e aumento do uso de energias. |
| 3. Aumento da intervenção do Estado como agente regulador do setor de geração de energia elétrica. |
| 4. Diminuição da capacidade de suprimento das crescentes demandas de energia elétrica. |
| 5. Maior preocupação com questões climáticas que afetam a produção de energia. |
| 6. Diminuição dos recursos naturais disponíveis na região para a produção de energia elétrica. |
| 7. Aumento da pressão política sobre o setor de geração de energia de fonte renovável. |
| 8. Aumento dos processos burocráticos para a ampliação da capacidade produtiva. |
| 9. Melhora nos incentivos para a produção de energia a partir de fontes renováveis. |
| 10. Diminuição da segurança energética nacional. |
| 11. Melhora nos incentivos financeiros para o segmento de pequenos produtores de energia elétrica. |
| 12. Diminuição da autonomia das distribuidoras de energia elétrica. |
| 13. Melhorias na produção agrícola e o impacto na produção de energia. |
| 14. Aumento das demandas mundiais de energia e o impacto na sua produção. |
| 15. Redução do crescimento econômico nacional. |
| 16. Piora na estabilidade política nacional. |
| 17. Aumento de órgãos ambientais fiscalizadores de obras para a ampliação da geração de energia elétrica. |
| 18. Aumento de políticas de governo voltadas para fontes alternativas de geração. |
| 19. Aumento no sistema de infraestrutura de distribuição de energia elétrica. |
| 20. Aumento populacional regional, nacional e mundial. |

Na sequência, aplicou-se a técnica *Delphi*, em duas rodadas, visando selecionar apenas 10 eventos definitivos. Os peritos responderam então a um questionário. A escolha dos eventos definitivos, listados na Tabela 2, seguiu os seguintes critérios:

eventos que apresentassem probabilidade $\geq 60\%$ (muito provável de ocorrerem nos próximos 5 anos) e pertinência ≥ 7 (bem alta em relação ao objeto de estudo). A partir dessa etapa, apenas os eventos do



quadro 2 foram considerados na sequência da pesquisa.

Tabela 2: Impactos Cruzados – Orientações aos Peritos

| Impactos | Peso |
|---|------|
| É certo que ocorre | +5 |
| Aumenta fortemente a probabilidade | +4 |
| Aumenta consideravelmente a probabilidade | +3 |
| Aumenta moderadamente a probabilidade | +2 |
| Aumenta fracamente a probabilidade | +1 |
| Não altera a probabilidade | 0 |
| Diminui fracamente a probabilidade | -1 |
| Diminui moderadamente a probabilidade | -2 |
| Diminui consideravelmente a probabilidade | -3 |
| Diminui fortemente a probabilidade | -4 |
| É certo que não ocorre | -5 |

Fonte: Puma Software versão 4.0

Quadro 2: Os dez eventos definitivos.

1. Maior preocupação com questões climáticas que afetam a produção de energia.
2. Diminuição dos recursos naturais disponíveis na região para a produção de energia elétrica.
3. Diminuição da segurança energética nacional.
4. Aumento de políticas de governo voltadas para fontes alternativas de geração de energia.
5. Aumento populacional regional, nacional e mundial.
6. Aumento das demandas mundiais de energia e o impacto na sua produção.
7. Diminuição da capacidade de suprimento das crescentes demandas de energia elétrica.
8. Aumento do consumo de energia elétrica pela maior produção e consumo de bens.
9. Diminuição da autonomia das distribuidoras de energia elétrica.
10. Redução do crescimento econômico nacional.

Definidos os dez eventos definitivos, foi realizada a última consulta aos peritos, que consistiu na matriz de impactos cruzados, a qual visa avaliar a influência que a ocorrência de um determinado evento

teria sobre as probabilidades de ocorrência dos demais (Marzial & Grumbach, 2008). Os peritos foram orientados a preencher a matriz de impactos cruzados, conforme demonstrado na tabela 3.

Tabela 3: Dez cenários de maior probabilidade de ocorrência.

| Cenários | Prob(%) | E.1 | E.4 | E.5 | E.6 | E.10 | E.12 | E.14 | E.15 | E.18 | E.20 |
|----------|---------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| C.1 | 58,368 | O | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| C.2 | 6,736 | O | O | O | O | O | O | O | O | N | O |
| C.3 | 5,046 | O | O | O | O | O | O | O | O | O | N |
| C.4 | 4,877 | O | O | O | O | N | O | O | O | O | O |
| C.5 | 4,028 | N | O | O | O | O | O | O | O | O | O |
| C.6 | 3,322 | N | O | O | O | O | O | O | N | O | O |
| C.7 | 1,834 | O | O | O | O | O | O | N | O | O | O |
| C.8 | 1,791 | O | O | O | O | O | N | O | O | O | O |
| C.9 | 1,406 | O | N | O | O | O | O | O | O | O | O |
| C.10 | 1,276 | O | O | N | O | O | O | O | O | O | O |

Legenda: E=Eventos O=Ocorre N=Não ocorre

Fonte: Puma Software versão 4.0



Nessa etapa, todas as probabilidades e influências devem estar de acordo com o Teorema de Bayes, que considera o grau de conhecimento dos peritos, evitando inconsistências, princípios das probabilidades subjetivas (Bussab & Morettin, 2002). Caso as probabilidades não sejam consistentes, o software *Puma* pode não efetuar os cálculos, nesse caso devem-se corrigir as inconsistências ocasionadas pelas divergências das respostas.

Na etapa seguinte, verificaram-se quais são os principais eventos que exercem maior influência sobre os demais através da motricidade. Os eventos dependentes, por sua vez, são aqueles que sofrem influência dos demais (Marcial & Grumbach, 2008). Na Figura 2 é demonstrado o plano de motricidade e dependência dos eventos observados no estudo elaborado

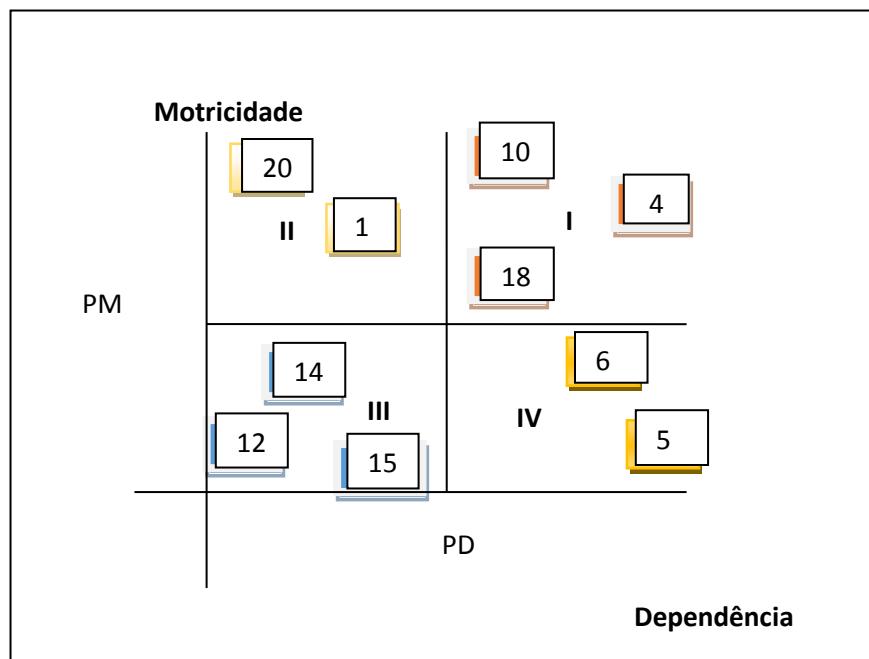


Figura 2: Plano motricidade e dependência. (Fonte: *Puma Software versão 4.0*)

Conforme Marcial e Grumbach (2008), as variáveis explicativas (localizadas no quadrante II) são as que têm grande motricidade e pouca dependência, são aquelas que condicionam o restante do sistema. As variáveis de ligação (localizadas no quadrante I) são muito motrizes, mas têm grande dependência das demais. As variáveis de resultado (localizadas no quadrante IV) são aquelas muito dependentes e pouco influentes. Já o quadrante III representa os eventos autônomos que, por sua vez, possuem pouca relação com o sistema, são pouco dependentes e pouco motrizes (próximos da origem) e, por isso, podem ser excluídos do sistema.

De acordo com a figura 2, os seguintes eventos estão dispostos no quadrante I: Aumento populacional regional, nacional e mundial; Aumento do consumo de energia elétrica pela maior produção e consumo de bens. No quadrante II: Diminuição da segurança energética nacional; Aumento de políticas de governo

voltadas para fontes alternativas de geração de energia; Diminuição da capacidade de suprimento das crescentes demandas de energia elétrica. No quadrante IV: Maior preocupação com questões climáticas que afetam a produção de energia; Diminuição dos recursos naturais disponíveis na região para a produção de energia elétrica. Finalmente, no quadrante III, estão dispostos os seguintes eventos: Diminuição da autonomia das distribuidoras de energia elétrica; Aumento das demandas mundiais de energia e o impacto na sua produção; Redução do crescimento econômico nacional. No método proposto por Grumbach, os eventos do quadrante III devem ser excluídos da análise, pois são pouco influentes e pouco dependentes.

Após definida a matriz de impactos medianos e corrigidas as eventuais inconsistências, o software de apoio *Puma* é aplicado ao estudo, que, por sua vez, gera um mapa de cenários prospectivos, o qual apresentará os cenários de maior probabilidade, os quais são



constituídos de combinações de ocorrências e não ocorrências de eventos.

Segundo os princípios de análise combinatória, para cada evento (n) se terá 2^n cenários diferentes. Para Grumbach, o ideal é trabalhar com dez eventos, sendo assim, serão gerados 1.024 cenários possíveis. Esse método especifica ainda que, devido à complexidade de analisar 1.024 cenários, devem-se analisar os dez de maior probabilidade de ocorrência. No setor de geração de energia elétrica na região em estudo, os dez cenários de maior probabilidade de ocorrência foram explicitados anteriormente no quadro 2.

Dessa maneira, foi possível observar-se que, segundo os dados da tabela 3, o cenário 1 é o mais provável, representando 58,368% das probabilidades de ocorrência, e os dez primeiros cenários juntos representam 88,684%. Sendo assim, os 1.014 cenários restantes representam 11,320% de probabilidades.

Ressalta-se que o método de pesquisa aplicado neste estudo tem menor possibilidade de contribuição quando aplicado em situações em que há maior existência de eventos macroeconômicos de impacto negativo, visto que limita a ação dos gestores na tomada de decisões, dificultando o redirecionamento do setor analisado.

Ademais, essa proposta aponta a necessidade de estudos futuros que estabeleçam maior consistência nas previsões. Esses estudos poderiam transformar as variáveis qualitativas geradas nos cenários, em variáveis quantitativas, as quais poderiam ser utilizadas em outra ferramenta matemática/estatística de projeção futura.

Interpretação dos Cenários

Destaca-se que é possível a interpretação de cenários a partir de diversas maneiras na metodologia proposta por Marcial e Grumbach (2008); para tanto, a sugestão é que os cenários sejam classificados em “mais provável”, “de tendência” e “ideal”.

O cenário mais provável

Para Marcial e Grumbach (2008), o cenário mais provável é o que aparece no topo das relações de cenários. Deve ser feita a correlação lógica dos eventos sempre com base nas pesquisas realizadas anteriormente, para, dessa forma, criar o caminho que leva ao final do horizonte temporal estabelecido. Depois de feito o encadeamento lógico dos acontecimentos, o analista deve procurar no cenário alguns acontecimentos:

- *Acontecimentos desfavoráveis dentro do objeto de estudo* – é a ocorrência dos eventos desfavoráveis ao estudo de cenários que viabilizam o projeto de implantação da produção de energia elétrica a partir dos resíduos da silvicultura e pela não ocorrência dos eventos favoráveis. Nesses eventos, as ações realizadas no presente podem alterar as probabilidades de ocorrência no futuro. Abaixo estão os eventos encontrados neste estudo e as ações sugeridas:

A diminuição da autonomia das pequenas e médias empresas distribuidoras de energia elétrica:

O Estado faria intervenções de forma mais rígida no setor, com ações regulatórias como, por exemplo, a cobrança de maiores taxas de impostos sobre a energia consumida, ou então a imposição de tarifas fixas e inflexíveis de comercialização, o que acabaria gerando uma dificuldade maior em questões como a concorrência entre as empresas do setor e, ainda, questões relativas ao custo de produção e sua influência direta nas margens de lucro, já que, nesse caso, as entidades de poder público é que decidem sobre o valor base das tarifas praticadas pelas concessionárias.

Ações e medidas: Buscar ações como um diálogo mais próximo entre as companhias e os órgãos governamentais responsáveis pelo setor elétrico, buscando a adoção de medidas mais flexíveis que possam minimizar os impactos desfavoráveis aos pequenos e médios distribuidores. No entanto, segundo o software de apoio *Puma 4.0*, esse evento é pouco motriz e pouco dependente, devendo ser excluído da análise.

Diminuição da capacidade de suprimento das crescentes demandas de energia elétrica: A grande matriz energética brasileira está consolidada sobre as bacias hidrográficas, utilizando a força das águas como principal meio de geração de energia. Na região em estudo, essa dificuldade se agrava pelo alto custo e complexidade burocrática dos processos de construção de hidroelétricas para a geração de energia.

Ações e medidas: Esse cenário apresenta-se na matriz de impactos calculada através do programa de apoio como evento de ligação, em que é altamente dependente e fortemente motriz, o que sugere que o evento seja considerado um alerta às empresas do setor, podendo este ser visto como uma tendência futura, abrindo a possibilidade para que ações como novos planos de aumento de geração de energia elétrica sejam traçados.

- *Acontecimentos desfavoráveis fora do objeto de estudo* – são construídos pela ocorrência de eventos desfavoráveis e a não ocorrência de eventos favoráveis ao objeto de estudo, não sendo possível a alteração das probabilidades de ocorrência dos eventos. Abaixo estão



os eventos encontrados neste estudo e as ações sugeridas:

A redução do crescimento econômico nacional:

Partindo-se do pressuposto de que a energia elétrica é um item básico empregado na produção de qualquer bem ou serviço e que, ainda que o seu consumo seja influenciado diretamente pelo comportamento econômico das famílias brasileiras, torna-se evidente que uma possibilidade de diminuição do ritmo de crescimento econômico afete diretamente o desenvolvimento e o crescimento do setor elétrico.

Ações e medidas: O segmento da região em estudo possui uma particularidade em relação ao setor nacional como um todo, dado o fato de que as cooperativas de geração e distribuição de energia elétrica do Vale do Taquari não são autossuficientes na geração da energia que comercializam, produzindo menos de 50% da energia que é consumida, mesmo em um contexto de redução das demandas. Dessa forma, sugere-se que as empresas trabalhem no sentido de fortalecer e ampliar as suas capacidades de geração própria de energia, já que ações para sanar o evento ocorrido não estão dentro do alcance das organizações do setor para que os níveis de dependência do sistema nacional interligado diminuam. Essa atitude busca inverter o quadro em que as empresas passariam de revendedoras da energia produzida em outras regiões para fornecedoras ao sistema nacional, com um olhar já voltado para o aumento das demandas em um segundo momento, em decorrência do provável reaquecimento da economia.

Redução da segurança energética nacional: Esse evento apresenta-se na matriz de impactos como altamente motriz e medianamente dependente, isso porque ele se posiciona no quadrante de ligação, o que significa que esse fator foi conjugado com os demais, o que faz o evento um indicador de que as coisas não irão bem no setor para o futuro próximo.

Ações e medidas: A adoção de medidas de fortalecimento no que tange ao tema maior independência energética para uma maior proteção das organizações do setor se faz necessária. Essa redução na segurança energética nacional é consequência de uma série de fatores e, dentre eles, está a exploração demasiada de uma única fonte de obtenção de energia de uma forma generalizada no país. Isso apoia a tese de que medidas como investimentos em pesquisas que busquem dentro da região alternativas diversificadas de geração de energia trariam ganhos significativos às organizações do setor em termos de maior segurança de atendimento às demandas.

Diminuição dos recursos naturais disponíveis na região para a geração de energia:

Em um enfoque mais local, os rios com potencial de exploração para a geração de energia da região já apresentam sinais de esgotamento de capacidade de suporte às demandas que são cada vez maiores, levando as companhias a uma maior dependência da energia advinda do sistema nacional interligado.

Ações e medidas: Em vista desse evento, tem-se, como possibilidade alternativa às empresas do setor, buscar na própria região onde atuam as potencialidades possíveis aliadas a alguns critérios-chave, como custo de produção e viabilidade para o suprimento de pelo menos parte de sua demanda através de projetos de geração de matrizes diversificadas e alternativas à geração centralizada na fonte hidráulica existente hoje. O fato de se gerar energia a partir de fontes alternativas traria aumento em volume de quilowatts por hora (kw/h) gerados.

Maior preocupação com as questões climáticas que afetam a geração de energia:

Esse último evento apresenta-se de forma tendencial para o futuro do setor elétrico em todo o mundo, tendo em vista as péssimas previsões com relação às emissões de gases geradores do efeito estufa, que acabam ocasionando reflexos em todo o ecossistema do planeta, levando-se em conta que as maiores potências mundiais ainda empregam o uso de combustíveis fósseis em suas termoelétricas para a geração de energia. Muitas especulações se estabeleceram em decorrência do anúncio das mudanças climáticas previstas por cientistas há mais de 20 anos, dentre elas estão as especulações de cunho econômico que trazem medidas desfavoráveis para algumas partes do complexo sistema econômico mundial e vantagens a outras. No caso das pequenas geradoras de energia no Brasil, as cooperativas de geração e distribuição, todas essas especulações que levaram a conferências como a COP92 e a RIO+20 e acordos como o Protocolo de Quioto, por exemplo, apresentam aspectos favoráveis, uma vez que esses acordos impõem obrigações às grandes potências mundiais, levando-as a destinar recursos financeiros de subsídio a projetos de redução de impactos ambientais em países em desenvolvimento.

Ações e medidas: Em uma abordagem mais focada ao objeto de estudo correlacionando os fatos supracitados, torna-se visível uma oportunidade para as empresas do setor com o desenvolvimento de projetos nessa área, como o caso do aproveitamento dos resíduos da cultura do eucalipto para proveito como fonte de energia limpa e ambientalmente correta. Projetos nessa área são potenciais e adequáveis ao recebimento de incentivos externos ao passo que utilizariam como matéria-prima resíduos que seriam desperdiçados no meio ambiente,



diminuindo assim a utilização de mais recursos naturais para a obtenção dessa energia em equivalência.

- *Acontecimentos favoráveis ao objeto de estudo –* Caracterizam-se pela ocorrência de eventos favoráveis e pela não ocorrência de eventos desfavoráveis ao objeto de estudo. Nesse caso, devem-se articular ações no presente para que o objeto de estudo saiba tirar melhor proveito dos acontecimentos futuros que lhe são favoráveis. Abaixo estão os eventos encontrados neste estudo e as ações sugeridas:

Maior produção e consumo de bens: Com o desenvolvimento industrial e tecnológico da economia mundial, principalmente nos últimos 30 anos, ocorreu um aumento na produção e consumo de bens que, na sua maioria, despendem energia elétrica em algum momento de sua produção ou utilização. Esses bens vieram a sanar as demandas que todas as classes sociais foram desenvolvendo ao longo desses anos.

Ações e medidas: Seria uma alternativa às empresas do setor, para um melhor aproveitamento das oportunidades, um estudo detalhado de quanto essa demanda vem aumentando, para que existam números que possibilitem a criação de indicadores que possam servir de base de análise aos gestores das diferentes áreas do setor para o estudo desse aumento de demanda. Por exemplo, qual é o perfil desses consumidores potenciais, quais tipos de bens ou serviços serão produzidos, se esses bens também consumirão energia em seu funcionamento, enfim, todos esses aspectos dentro da microrregião de atuação de cada empresa tornam-se relevantes para que seja possível a criação de conceitos de projeção de impactos nas demandas para os próximos anos.

Aumento populacional regional, nacional e mundial: É um evento que, da mesma forma que o citado anteriormente, precisa receber um monitoramento de forma bem detalhada, em maior intensidade com relação à população regional, visto que esta exerce influência de forma mais direta no setor.

Ações e medidas: Seria uma opção às companhias do setor na região a elaboração da segmentação dessa população em classes de consumo a fim de que se possa ter conhecimento dos índices de crescimento de cada segmento para fins de melhores adequações futuras de planos e estratégias de acordo com os índices de crescimento e desenvolvimento de cada classe.

Crescimento das demandas mundiais e o impacto que elas trazem ao setor: Em decorrência do crescimento populacional mundial, principalmente em países emergentes como China, Índia e Brasil, ocorre

um aumento nas demandas de todos os componentes essenciais à manutenção da sobrevivência das populações, como água, alimentos e os chamados componentes básicos, como a energia elétrica.

Ações e medidas: podem ser citadas como medidas alternativas as organizações do setor e a busca por troca de informações com empresas ligadas a essa área em diferentes partes do país e do mundo para que se tenha um maior conhecimento do comportamento dessa demanda e desse impacto dentro do setor. Dessa forma é possível o enriquecimento das bases de dados que possam servir de parâmetros seguros e confiáveis em um futuro de médio prazo para qualquer tomada de decisão quanto ao posicionamento da empresa diante da ocorrência do evento.

O aumento das políticas de governo voltadas às fontes alternativas de geração de energia elétrica:

Podem ser vistas como reflexos de acordos climáticos internacionais, já mencionados em eventos anteriores, bem como a questão da maior preocupação com fatores considerados “gargalos” do setor, também já citados em outros eventos.

Ações e medidas: Com relação ao aumento dessas políticas, fica a cargo dos gestores dessas empresas que compõem o setor elétrico na região em estudo a utilização de suas habilidades políticas e a formulação de possíveis planos de negociações junto ao Estado com um propósito em comum que pode ser reivindicado de maneira conjunta e articulado buscando a inserção da região da forma mais significativa possível em prováveis ações de investimentos no setor das chamadas “renováveis” por parte do governo federal.

O cenário de tendência

Para Marcial e Grumbach (2008), cenário “tendência” é aquele que provavelmente ocorrerá, se o curso dos acontecimentos se mantiver como no momento presente. Esse cenário leva em consideração a possibilidade de ocorrerem rupturas, ou seja, o surgimento de fatos que importam ao objeto de estudo e, em consequência, possam interferir nos eventos futuros.

No estudo, foi identificada uma ruptura no cenário 6, no qual o evento redução do crescimento econômico nacional não ocorre. Tomando-se por base a presente situação econômica nacional, em que fica comprovado por diversos órgãos de análise mercadológica, como, por exemplo, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que a economia brasileira deve sofrer forte retração nos próximos 5 anos, tornando-se evidente a ocorrência de uma ruptura desse evento que deve se comportar de forma adversa



ao disposto no sexto cenário pelo *software* de apoio *Puma 4.0*.

O cenário ideal

De acordo com Marcial e Grumbach (2008), o cenário ideal é aquele em que ocorrem os eventos favoráveis e não ocorrem os desfavoráveis. Neste estudo não foi identificado nenhum cenário ideal para os próximos cinco anos. Esse fato deve-se à grande quantidade de eventos desfavoráveis, seis entre os dez eventos definitivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método idealizado por Raul Grumbach tem como objetivo principal a construção de cenários futuros, de modo que empresas, governos e comunidades possam identificar ameaças e oportunidades futuras, com a finalidade de se elaborar caminhos para minimizar os pontos fracos e otimizar os fortes.

Através da aplicação do método no setor de geração de energia elétrica da região do Vale do Taquari e Alto da Serra do Botucaraí, não se buscou resenhar o que deve ocorrer no futuro, mas buscar o futuro no presente, avaliando experiências passadas. Essas “memórias do futuro” viabilizam o desenvolvimento de habilidades para que as empresas do setor atuantes na região explorem os fatos, transformando-os em percepções acerca desse futuro.

O objetivo deste estudo foi descobrir se a utilização e a construção de cenários prospectivos para o setor contribuiriam para a redução dos pontos fracos e das ameaças, bem como da otimização dos pontos fortes e das oportunidades.

Nesse sentido, foi possível identificar fatores que podem ser considerados como problemas e percalços futuros às organizações e outros que se configuram como potenciais alternativas de investimentos às empresas do setor na região. Através da prospecção de cenários, foram evidenciadas variáveis que podem ser trabalhadas, de acordo com as projeções de sugestões feitas acima, buscando-se uma possibilidade de direcionamento prévio de ações que podem fortalecer a estrutura das empresas e do setor, em

um contexto regional, para fazer face diante da provável concretização de eventos futuros que devem trazer impactos diretos ao setor.

Dessa maneira, a prospecção de cenários do setor elétrico da região do Vale do Taquari e Alto da Serra do Botucaraí indica a geração de energia a partir de uma fonte alternativa e renovável advinda das atividades agrícolas e agroflorestais dessa região, como uma saída viável do ponto de vista ambiental e socioeconômico frente a um horizonte futuro a médio prazo de escassez de recursos para a obtenção de energia e uma crescente expansão das fronteiras do agronegócio, principalmente sobre a atividade florestal para a região.

O estudo ainda evidenciou algumas oportunidades de uma melhor gestão de alguns dos chamados “agentes influenciadores” do processo de criação de demandas de consumo, visto que certas sugestões e medidas propostas para alguns cenários identificados fazem referência à possibilidade de as organizações do setor monitorarem de forma contínua e analítica alguns indicadores, como o crescimento e o desenvolvimento econômico, demográfico, industrial e agrícola em uma esfera regional, a fim de se buscarem medidas adequadas às configurações futuras dessas variáveis.

Nesse contexto, a projeção de cenários procurou demonstrar que é possível realizar o planejamento a médio e longo prazo do setor de geração de energia elétrica e suas possibilidades de avanços com enfoque em um segmento específico por meio de cenários prospectivos. Através desse estudo, tornaram-se visíveis alguns indicadores que podem servir de base para o norteamento das possibilidades futuras de investimento nas potencialidades do setor regional, seja na geração de energia por meio do aproveitamento dos recursos desperdiçados na região, a possibilidade de ampliação da estrutura já existente por meio de captação de incentivos governamentais, ou ainda na melhoria de sistemas de gerenciamento de dados disponíveis, dentro de um cenário de 5 anos.

Por fim, destaca-se também a necessidade de estudos futuros que estabeleçam maior consistência nas previsões, os quais poderiam transformar as variáveis qualitativas geradas nos cenários, em variáveis quantitativas, explorando-as em outra ferramenta estatística de projeção futura.



REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). (2008). *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. (3^a ed.). Brasília: Autor.
- Bethlem, A. (2002). *Estratégia empresarial: conceitos, processo e administração estratégica*. (4^a ed.). São Paulo: Atlas.
- Beyond Petroleum – BP Global. Energia e recursos naturais. Recuperado em 11 de setembro de 2015, de www.bp.com.
- Brito, J. O. (2011, abril). Situação e desafios do uso da madeira para energia no Brasil. *Palestra ministrada no Encontro Brasileiro de Silvicultura*, Campinas, SP, Brasil, 2.
- Buarque, S. C. (2003). *Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- Bussab, W. O., & Morettin, P. A. (2002) *Estatística Básica*. (5^a ed.). São Paulo: Saraiva.
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. (2015). *Fontes*. Recuperado em 12 de setembro de 2015, de http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde_atuamos/fontes.
- Camargo, O. (2005). *Uma contribuição metodológica para planejamento estratégico de corredores de transporte de carga usando cenários prospectivos*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102940/223458.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Campanhola, C. (2003). A Pesquisa Florestal Brasileira. *Jornal Ambiente Brasil – Florestal*. Recuperado em 11 de agosto de 2015, de http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/a_pesquisa_florestal_brasileira.html?query=a+pesquisa+florestal.
- Coates, J. F. Scenario planning. (2000). *Technological Forecasting and Social Change*, 65(1), 115-123.
- Costa, R. C. da, & Prates, C. P. T. (2005). O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. *BNDES Setorial*, 21, 05-30.
- Diehl, A. A., & Tatim, D. C. (2004). *Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas*. São Paulo: Prentice Hall.
- Gambiagi, F., Villela, A., Castro, L. B. de, & Hermann, J. (2005). *Economia brasileira e contemporânea*. Rio de Janeiro: Campus.
- Godet, M. (1993). *Manual de prospectiva estratégica: da antecipação à acção*. Lisboa: Dom Quixote.
- Gomes, J. I., & Sampaio, S. S. (2004). Aproveitamento de resíduos de madeira de três empresas madeireiras do Pará. *Embrapa Belém-PA – Comunicado Técnico 102*. Recuperado em 29 de agosto de 2015, de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/395422/1/com.tec.102.pdf>.
- Grauer, A., & Kawano, M. (2001). Vantagens da Biomassa na Produção de Energia. *Jornal Ambiente Brasil – Energia*. Recuperado em 11 de agosto de 2015, de http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/biomassa_avantagens_da_biomassa_na_producao_de_energia.html.
- Grumbach, R. J. (2000). *Prospectiva: a chave para o planejamento estratégico*. (2^a ed.). Rio de Janeiro: Catau.
- Karchesy, J., & Kock, P. (1979). *Energy production from hardwoods growing in southern pine sites*. New Orleans: U.S. Forest Service, Southern Forest Experiment Station. Recuperado em 5 de outubro de 2015, de <http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=umn.31951d02988006k;view=1up;seq=1>.
- Malheiro, S. (2011). Biomassa florestal: oportunidade e valor. *Revista da Associação Nacional de Empresas Florestais, Agrícolas e do Ambiental – ANEFA*, 13, 04-09.
- Marcial, E. C., & Grumbach, R. J. S. (2008). *Cenários Prospectivos: como construir um futuro melhor*. (5^a ed.). Rio de Janeiro: FGV.



Ministério de Minas e Energia. (2007). *Plano nacional de energia elétrica 2030*. Recuperado em 09 de agosto de 2015, de <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139260/Plano+Nacional+de+Energia+2030+%28PDF%29/ba957ba9-2439-4b28-ade5-60cf94612092?version=1.1>.

Ministério de Minas e Energia. (2015). *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015*. Recuperado em 14 de outubro de 2015, de <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>.

Moretti, C. S. (2000). *Cenários em segurança: visão prospectiva*. São Paulo: Universidade Corporativa de Risco Empresarial (URE)/Brasiliano & Associados.

Porter, M. (1989). *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus.

Pardo, N., & Moya, J. A. (2013). Prospective scenarios on energy efficiency and CO₂ emissions in the European Iron & Steel industry. *Energy*, 54, 113-128.

Pulito, A. P., & Arthur, J. C., Jr. (2009). Manejo de resíduos florestais. *Revista Opiniões*, 14.

Reis, L. B. dos. (2011). *Matrizes energéticas: conceitos e usos em gestão e planejamento* (Série Sustentabilidade). Barueri, SP: Manole.

Reis, L. B. dos, & Santos, E. C. (2006). *Energia elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais*. Barueri, SP: Manole.

Ribeiro, M. P. M. (2006). Planejando por cenários: uma ferramenta para a era do conhecimento. *Revista InterSaber*, 1(1), 186-202.

Santos, M. A. dos. (Org.) (2013). *Fontes de energia nova e renovável*. Rio de Janeiro: LTC.

Schnaars, S. P., & Topol, M. T. (1987). The use of multiple scenarios in sales forecasting: an empirical test. *International Journal of Forecasting*, 3(3-4), 405-419.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2014). *O que são florestas energéticas*. Recuperado em 08 de outubro de 2015, de <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/O-que-são-florestas-energéticas>.

Tolmasquim, M. T., Guerreiro, A., & Gorini, R. (2007). Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos estudos*, 79, 47-69.

Udaeta, M. E. M. (1997). *Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – PIR – para o Setor Elétrico*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.