

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS**

Ana Carolina Lourenzi Barbosa

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO USO DA ENERGIA EÓLICA PARA
USUÁRIOS DE PEQUENO PORTE**

Porto Alegre

2008

Ana Carolina Lourenzi Barbosa

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO USO DA ENERGIA EÓLICA PARA
USUÁRIOS DE PEQUENO PORTE**

**Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao
Departamento de Ciências Administrativas da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Bacharel em Administração.**

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento

Porto Alegre

2008

ANA CAROLINA LOURENZI BARBOSA

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO USO DA ENERGIA EÓLICA PARA
USUÁRIOS DE PEQUENO PORTE**

**Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao
Departamento de Ciências Administrativas da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Bacharel em Administração**

Conceito final _____

Aprovado em ____ de _____ de 2008.

BANCA EXAMINADORA

Orientador – Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento – UFRGS

AGRADECIMENTOS

No momento em que se conclui a universidade, paramos e pensamos as pessoas que nos ajudaram a concluir esta etapa, que para muitos de nós se caracteriza como sonho. Os obstáculos foram muitos, mas os sucessos formam maiores.

Agradeço aos meus pais, que sempre me apoiaram, me incentivaram, me deram o exemplo que pude seguir para alcançar o que desejei e para galgar sonhos ainda maiores. Eles que acreditam que sempre posso ser melhor e me ensinaram a importância da vida.

Ao meu querido irmão, por todo apoio e conhecimento que compartilhou comigo. Por superar as minhas expectativas e me ajudar a enfrentar este obstáculo.

Ao meu namorado, por todo amor e carinho dedicado a mim, por me socorrer nos momentos difíceis e estar sempre ao meu lado nos momentos felizes.

Às minhas amigas Luciana e Juliana, por todo um caminho traçado ao meu lado, por todos os momentos aflitos compartilhados e por todas as risadas que demos juntas.

Aos meus colegas de trabalho, que me ajudaram a conciliar o trabalho e a faculdade, que enlouqueci com minhas confusões de horário e sempre tinham um conselho amigo para me dar.

À universidade por me proporcionar um ensino público de qualidade, aos professores que compartilharam seus conhecimentos, dedicaram tempo e atenção, e a todos os funcionários que trabalham na universidade viabilizando seu pleno funcionamento.

Ao meu orientador, Professor Luis Felipe Nascimento, por me proporcionar um grande aprendizado na sala de aula e no trabalho de conclusão, e por todo suporte oferecido.

Agradeço a Deus por me iluminar todos os dias da minha vida.

“Você deve aproveitar ao máximo a energia, o material e o tempo.

Não vamos apenas desperdiçar menos matéria-prima somente porque podemos recuperá-la. (...) O ideal é não ter nada para recuperar”.

(Henry Ford, 1926)

RESUMO

Este trabalho consiste de um estudo de avaliação ambiental do uso de energia eólica para usuários de pequeno porte. Foi realizada uma comparação da energia eólica com outras fontes de energia renovável e se verificou que existem muitas vantagens desta fonte de energia em relação às demais, principalmente porque esta é uma fonte isenta de poluição e é praticamente inesgotável. Constatou-se por meio de uma avaliação financeira dos valores dos equipamentos oferecidos por empresas presentes no mercado e o valor cobrado pela energia por uma concessionária fornecedora de energia no Estado do Rio Grande do Sul que é viável a implantação de energia eólica para usuários de pequeno porte. Deve ser considerada que esta viabilidade é dependente da realização de um projeto que analise as variáveis do local e as especificações do equipamento que será instalado e disso depende a eficiência da produção da energia. Uma gestão sustentável nas empresas não só trás vantagens competitivas no mercado como também aumenta a eficiência e o lucro das organizações.

Palavras-chaves: Energia Eólica. Fontes Renováveis. Sustentabilidade. Viabilidade Financeira. Projeto.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Modelos de aerogeradores.....	27
Figura 2 - Evolução mundial da capacidade eólico-elétrica instalada	30
Figura 3 - Mapa da distribuição geográfica do potencial brasileiro	32
Figura 4 - Potencial eólico-elétrico estimado do Brasil, calculado por integração de áreas.....	33
Figura 5 - Mapa das potencialidades eólicas do Brasil	34
Figura 6 - Mapa das potencialidades eólicas da Região Sul do Brasil.....	35
Quadro 1 - Comparativo das Fontes alternativas de energia.....	49
Figura 7 - Fachada do Centro Empresarial Eolis	69
Figura 8 - Topo do Centro Empresarial Eolis	71
Figura 9 - Aerogerador que se encontra instalado no topo do Centro Empresarial Eolis	72

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Países e sua participação na produção mundial de energia eólica.....	30
Tabela 2 - Itens incluídos na proposta Gerar246	54
Tabela 3 - Itens incluídos na proposta VERNE555.....	56
Tabela 4 - Quadro resumo dos equipamentos que foram orçados para análise.....	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	PROBLEMA	13
3	OBJETIVOS	16
3.1	OBJETIVO GERAL	16
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	16
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
4.1	AEROGERADORES	26
4.2	CONTEXTO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ATUAL	28
4.3	ENERGIA EÓLICA	29
5	MÉTODO	37
5.1	COLETA DE INFORMAÇÕES DO SETOR	37
5.2	COLETA DE DADOS DE ENERGIA EÓLICA	38
5.3	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	39
5.4	ANÁLISE	39
5.5	PESQUISA DE CAMPO.....	40
6	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	41
6.1	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE ENERGIA EÓLICA	41
6.2	OUTRAS FONTES RENOVÁVEIS	44
6.2.1	Energia Hidráulica E Pequenas Centrais Hidrelétricas (Pch)	44
6.2.2	Biomassa	45
6.2.3	Energia Solar	47
6.2.4	Comparação das Fontes	49
6.3	RESTRICÇÕES DA IMPLANTAÇÃO DE AEROGERADORES	50
6.4	VIABILIDADE FINANCEIRA E O TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	52
6.4.1	Equipamento GERAR246	54
6.4.2	Equipamento VERNE555	56
6.4.3	Equipamento Conipost 16010.01.GEO/BJG	57
6.4.4	Equipamento Conipost 16013.01.GEO/BJG	59
6.4.5	Equipamento Conipost 16018.01.GEO/BJG	60
6.4.6	Equipamento Aerogeradores Gerador de Energia pelo Vento - Hi-Techbrasil .	61
6.4.7	Equipamento Air Breeze	63

6.4.8 Comparativo entre os Equipamentos.....	64
6.5 SIMULAÇÕES	65
6.5.1 Condomínio Residencial British House – Porto Alegre	66
6.5.2 Granja - Hulha Negra.....	66
6.5.3 Plantação de Fumo - Dom Feliciano	67
6.5.4 Padaria, Confeitaria e Restaurante Dolce Novitá – Porto Alegre.....	68
6.6 CASO REAL	68
7 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	75
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS.....	83
ANEXO A – ENTREVISTA	86
ANEXO B – ORÇAMENTO DA EMPRESA EÓLICA RIO ECOLOGIA, ECONOMIA E PROGRESSO	88
ANEXO C – ORÇAMENTO DA EMPRESA CONIPOST POSTES METÁLICOS E ACESSÓRIOS LTDA	95
ANEXO D – ORÇAMENTO DA EMPRESA WOBLEN.....	98
ANEXO E – ORÇAMENTO DA EMPRESA AEROGERADORES GERADOR DE ENERGIA PELO VENTO - CATAVENTO	100
ANEXO F – ORÇAMENTO DA EMPRESA WOBLEN AEROGERADOR AIR BREEZE TURBINA EÓLICA MAIS POPULAR DO MUNDO.....	102
ANEXO G – TABELA DE TARIFAS E CUSTOS DA CEEE.....	104
ANEXO H – TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO PARA PARQUES DE ENERGIA EÓLICA – FEPAM.....	105
ANEXO I – TABELAS DE CUSTOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL – FEPAM	115

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, busca-se no mundo um fornecimento de energia que seja abundante e, que de preferência, seja não-polvente. Um fornecimento de energia que seja renovável, pois o crescimento econômico mundial não pode correr o risco de estagnar em função dos esgotamentos de recursos de energia. As fontes de energia alternativas que estão alterando o contexto de energia são principalmente a energia eólica, a energia solar, a hidroeletricidade e a biomassa.

Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento, vento. Estima-se que a partir da Idade Média o homem passou a utilizar em maior escala as forças aerodinâmicas de sustentação, permitindo as grandes navegações e também maior eficiência às máquinas eólicas. No século XIV, na Holanda, máquinas eólicas movidas por forças de sustentação já apresentavam grande evolução técnica e de capacidade em potência e ampla aplicação como fonte de energia, principalmente em moagem de grãos, serrarias e bombeamento d'água. As primeiras tentativas de utilização de energia eólica para a geração de eletricidade surgiram no final do século XIX. Somente com a crise internacional do petróleo, década de 1970, é que houve interesse e investimentos para viabilizar o desenvolvimento e utilização de equipamentos em escala comercial. A primeira turbina eólica ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca (ANEEL, 2005).

A partir de então, passou por um processo de desenvolvimento tecnológico, o qual possibilitou tornar-se uma fonte de energia alternativa de significativa relevância mundial, e que apresenta um mínimo impacto ambiental, se comparado às demais fontes de energia. A geração de energia eólica é um processo inteiramente limpo, isento de contaminações e que não emite poluentes causadores do efeito estufa. Os projetos implantação de parques eólicos evitam a emissão de milhares de toneladas anualmente de CO₂ na atmosfera, contribuindo assim, para a desaceleração do aquecimento global. Além disso, a tecnologia utilizada para a implantação de energia eólica é considerada pelo Protocolo de Quioto, um mecanismo de desenvolvimento limpo.

De acordo com a Associação Empresarial Eólica Espanhola¹, a energia eólica é a fonte de energia que mais cresce no mundo, a uma taxa de 26% no ano de 2006. Os principais geradores de energia eólica mundiais são a Alemanha, a Espanha e os Estados Unidos. De acordo com o Planejamento Energético de 2007, publicado pelo Ministério de Minas e Energia, o Brasil é o 10º maior gerador de energia do mundo. A produção de Energia do Brasil é de 425 TWh/ano, o que correspondem a 58% da produção da América do Sul. Em termos percentuais dos tipos relevantes na capacidade instalada para geração de energia elétrica no Brasil: hidrelétricas 84%, termoelétricas 14%, termonucleares 2%, situação em 2005, apresentada pelo Planejamento Energético de 2007. A potência mundial instalada, no ano de 2007, de produção de energia eólica era da ordem de 75.000 MW. No Brasil, o PROINFA, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, prevê a implantação de 1.423 MW até dezembro de 2008. Em 2007, a produção instalada era de 237 MW. O PROINFA é um instrumento do governo federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, para a diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento².

Este trabalho pretende apresentar, embasada na literatura e por meio da comparação dos impactos ambientais causados pelas demais formas de produção de energia existentes atualmente, uma análise das vantagens e das desvantagens de se implantar o uso da energia eólica. Apresentará, também, uma análise de viabilidade financeira da implantação dessas tecnologias por usuários de pequeno porte.

¹ <http://www.aeeolica.es/>

² <http://www.mme.gov.br/>

2 PROBLEMA

Desde a Revolução Industrial, no século XIX, a atividade humana está alterando a composição natural da atmosfera de maneira crescente. O aquecimento global vem sendo uma preocupação atualmente da sociedade mundial. Este se refere ao aumento da temperatura média dos oceanos e do ar perto da superfície da Terra. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)³, estabelecido pelas Nações Unidas e pela Organização Meteorológica Mundial, em 1988, apresenta que grande parte do aquecimento observado durante os últimos 50 anos se deve a um incremento do efeito estufa, causado pelo aumento nas concentrações de gases estufa de origem antropogênica.

De acordo com o Protocolo de Quioto⁴, que se constitui em um tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que provocam o efeito estufa, os países signatários estão sendo estimulados a cooperarem entre si, através de ações como: reformar os setores de energia e transportes; promover o uso de fontes energéticas renováveis; eliminar mecanismos financeiros e de mercado inapropriados aos fins da Convenção; limitar as emissões de metano no gerenciamento de resíduos e dos sistemas energéticos; proteger florestas e outros sumidouros de carbono.

Os combustíveis fósseis contribuem com dois terços das emissões de CO₂, nos EUA. No mundo, 64% da eletricidade gerada são produzidos através da queima de combustíveis fósseis (principalmente petróleo e carvão), respondendo por 27% das emissões globais de carbono. A Matriz Energética Brasileira, ou melhor, os principais tipos de energia utilizados, atualmente, são em parte baseados em hidroeletricidade e combustíveis fósseis, sendo estes os principais impulsionadores da economia brasileira. Em termos percentuais dos tipos relevantes na capacidade instalada para geração de energia elétrica no Brasil: hidrelétricas 84%, termoelétricas 14%, termonucleares 2%, situação em 2005, apresentada pelo Planejamento Energético de 2007.

A energia eólica é uma fonte de energia abundante, limpa e renovável, ou seja, não existem restrições de extinção do recurso e não causa nenhum tipo de impacto ao meio após a implantação de sua estrutura, seja estrutura individual ou um parque eólico. No que se refere, a energia eólica, cabe ressaltar que pode ser implementada em praticamente todo

³ <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17685.html>

⁴ http://www.onu-brasil.org.br/doc_quioto.php

o planeta, sendo de relativa facilidade de implantação, dependendo, é claro, do potencial de ventos, incidência solar da região e outras características do espaço geográfico. Esta fonte, assim, pode atender tanto a países desenvolvidos quanto a subdesenvolvidos.

No campo legislativo, existem diversas leis, inclusive a Constituição Federal, que prevêm que o ambiente deve ser preservado e definem o que é impacto ambiental e crime ambiental. Além disso, o Governo Federal, através do Ministério de Minas e Energia, possui programas de incentivo, como o PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica⁵ – a introdução de fontes alternativas renováveis na matriz energética.

A Gestão Ambiental está cada vez mais presente dentro das organizações, e atualmente está servindo de fator de diferenciação na competitividade do mercado. Não somente impactando na imagem das organizações que se apresentam como ambientalmente corretas, mas também, tornam-se competitivas com a redução de seus custos, com a melhora de seus processos, com incentivos que podem receber do governo. Além disso, a sociedade mundial, que vêm tomando consciência dos problemas ambientais, está cobrando providências principalmente às indústrias, a fim de que o impacto sobre o meio ambiente seja reduzido. As empresas do mundo todo terão que se adaptarem às novas regras mundiais de redução do impacto no meio ambiente.

A relevância deste trabalho está no impacto que as novas fontes de energia apresentam sobre a sociedade e sobre a economia. Diferentes matrizes energéticas dominaram por diversos períodos, como o uso da lenha, do carvão e do petróleo. Hoje, são buscadas novas alternativas, especialmente aquelas renováveis e não-poluente, estimuladas, sobretudo, em virtude dos enormes depósitos destes combustíveis estarem se extinguindo e do prejuízo ambiental principalmente pela emissão dos gases liberados pela queima de combustíveis fósseis. A busca por um ambiente saudável deve ser responsabilidade de todos, de grandes e pequenas empresas, das comunidades e do indivíduo. A energia eólica é atualmente considerada uma das alternativas mais limpa, em função do vento ser uma fonte renovável não-poluente. Pode ser instalada em grandes parques eólicos, a exemplo do parque eólico da cidade de Osório, no estado do Rio Grande do Sul, com capacidade de 150 MW, ou em pequenas estruturas. Estas podem ser instaladas para suprir a necessidade de pequenas empresas, de comunidades ou de pequenas localidades.

⁵ <http://www.mme.gov.br/>

Além disso, para as empresas os custos com energias historicamente são uma preocupação orçamentária, pois são responsáveis, também, em parte por custos fixos elevados. Para as pequenas empresas, a manutenção de seus custos é essencial para a sua permanência no mercado. Muitas empresas entram e saem do mercado, sendo poucas as que conseguem estabelecer e adquirir sua fatia de mercado. Atualmente, é sabido da necessidade da procura por novas alternativas, contudo, são poucos estudos que apresentam o custo envolvido para implementação de novas fontes, principalmente para pequenas estruturas. É fundamental para o planejamento das organizações saber se é viável um projeto de buscas de novas fontes e, em média, o tempo de retorno deste investimento.

A proposta deste trabalho está em apresentar as vantagens e desvantagens do uso da energia eólica, principalmente por pequenos usuários, verificando o apresentado pela literatura. Comparar os impactos causados por esta forma de produção de energia com as demais, e verificar a viabilidade financeira deste projeto para os pequenos usuários. A energia eólica é viável para usuários de pequeno porte?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica de implantação de produção e uso de energia eólica, através de pequenos aerogeradores, por usuários de pequeno porte. Propõe uma análise quantitativa de produção (em megawatts) associada a valores financeiros e apoiada por uma análise qualitativa de impactos ambientais e gestão ambiental.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Contextualizar a produção de energia eólica no mundo e no Brasil;
- Identificar as vantagens e desvantagens do uso de energia eólica;
- Verificar o necessário para implantação aerogeradores, com o foco em usuários de pequeno porte;
- Verificar a viabilidade financeira e o tempo de retorno do investimento nesta implantação.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A partir da Revolução Industrial, no século XIX, as fábricas passaram a produzir em escala, com as novas tecnologias que surgiram na época, liberando substâncias altamente poluentes na atmosfera. Por muitos anos, as organizações estavam interessadas somente no retorno econômico que poderiam ter no curto prazo. Com o passar do tempo, as organizações e o poder público começaram a rever suas políticas e estratégias, levando em consideração a importância do meio ambiente e sua proteção.

Na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, está previsto o direito a um meio ambiente equilibrado e é dever de todo cidadão preservá-lo, conforme exposto no artigo 225:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Esse dever não se exclui as organizações. Atualmente existe uma legislação ambiental forte no Brasil, regulando a atividade das organizações instaladas em território nacional, por meio do Ministério do Meio Ambiente, Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e órgãos estaduais, a exemplo da FEPAM no Rio Grande do Sul. A lei nº. 6.938/81⁶ dispõe sobre a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, tendo por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, entre outros, fornece o conceito de meio ambiente, de poluidor, de degradação da qualidade ambiental, no art.3º, como:

Meio Ambiente: conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em toda as formas. Poluidor: a pessoa física ou jurídica, de direito público, responsável direta ou indiretamente, por atividade causadora ambiental. Degradação da qualidade do ambiente: a alteração adversa das características do meio ambiente.

Ainda existem resoluções CONAMA e CONSEMA, que regulam a competência de licenciamento em âmbito federal e estadual⁷. A Legislação Federal vigente no Brasil coloca de forma clara e abrangente o que são impactos ambientais. A resolução CONAMA

⁶ Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981.

⁷ Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/>.

001 de 23.01.86⁸, estabeleceu as definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implantação de Avaliação de Impacto Ambiental, e define Impacto Ambiental como sendo:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas no meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a) a saúde, segurança e bem estar social; b) as atividades sociais e econômicas; c) à Biota; d) às condições do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

O impacto ambiental pode ser entendido, para Barbieri, como:

[...] qualquer mudança no ambiente natural e social decorrente de uma atividade ou de um empreendimento proposto. Mesmo considerando que mudanças podem ocorrer por causas naturais, as que interessam aqui são as resultantes de ações humanas. A palavra impacto refere-se, portanto, às alterações no meio ambiente físico, biótico e social decorrentes de atividades humanas em andamento ou propostas. Ou seja, o impacto pode ser real ou potencial [...].

A partir do exposto nas leis, as organizações passaram a sofrer uma pressão para se ajustarem ao previsto na legislação. Um planejamento de curto prazo não se sustenta no mercado competitivo de hoje, as organizações passaram incluir em suas gestões questões ambientais, principalmente em função da fonte de matéria-prima para a produção. A transformação e a influência ecológica nos negócios se fazem sentir de maneira crescente, pois decisões estratégicas integradas à questão ambiental e ecológicas conseguirão vantagens competitivas significativas, com possível incremento nos lucros a médio e longo prazo (TACHIZAWA, 2004).

Uma definição de Sustentabilidade que se fez famosa no Informe de Brundtland de 1987, apud Philippi Jr. *et alli* (2004, p. 585): “Satisfazer as necessidades das gerações futuras presentes sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”. Essa definição possui como idéia central a de se manter o patrimônio natural existente, considerando a natureza como um legado que deve ser conservado e desfrutado de modo que se mantenha a capacidade de desempenho de suas diferentes funções. Para os autores, a Sustentabilidade requer o cuidado com os elementos proporcionados pela natureza, não se produzindo alterações que afetem profundamente os ecossistemas. Além disso, de se ter o máximo respeito pela conservação dos espaços naturais que serão considerados no futuro cada vez mais importantes para a qualidade de vida.

⁸ Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>

O Desenvolvimento Sustentável, segundo a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, “é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (SCHENINI, 2005). Para Flores *apud* Schenini (2005, p. 147):

[...] o Desenvolvimento Sustentável tem por fim o desenvolvimento econômico lado a lado com a conservação dos recursos naturais, ecossistemas e com uma melhoria na qualidade de vida das pessoas. Para que isso ocorra é preciso que haja um controle no consumo e na renovação do bem natural, seja ele qual for.

O Desenvolvimento Sustentável leva em consideração o que se faz no presente, pensando na manutenção futura dos seres vivos. Os recursos naturais são utilizados com critérios e parcimônia, a fim de se evitar o desperdício e o exagero. Esse desenvolvimento integra todas as partes envolvidas, social, econômica, cultural, política e ambiental. Essa perspectiva vai além da sociedade, aparecendo uma abordagem organizacional. Podemos verificar que a variável socioambiental faz parte de todo o processo de gestão organizacional no conceito de Nascimento *et alli* (2008, p. 18):

A Gestão Socioambiental Estratégica (GSE) de uma organização consiste na inserção da variável socioambiental ao longo de todo o processo gerencial de planejar, organizar, dirigir e controlar, utilizando-se das funções que compõem esse processo gerencial, bem como das interações que ocorrem no ecossistema do mercado, visando a atingir seus objetivos e metas da forma mais sustentável possível.

Nesse processo a variável socioambiental está intrínseca na organização, principalmente em sua relação com o ambiente interno e externo. No conceito de Naime (2005, p.17) podemos verificar o que é sistema de gestão ambiental a partir da definição de gerenciamento ambiental:

Gerenciamento ambiental é o conjunto de rotinas e procedimentos escritos e aprovados, que permite a uma organização administrar e executar adequadamente as relações entre as atividades e o meio ambiente, compreendido pelos meios físicos, biológico e antrópico, atentando para legislação em vigor, às boas práticas recomendáveis e às expectativas das partes interessadas.

Os elementos básicos para um sistema de gestão ambiental partem da definição de uma política ambiental, com o estabelecimento de objetivos e metas e implantação de um programa para alcançar as propostas, com a inclusão de mecanismos de monitoramento e medição da eficácia do programa, correção de problemas e análise e revisão permanente, objetivando o aprimoramento contínuo do desempenho ambiental geral. A NBR ISSO 14001/2004 descreve os elementos básicos de um sistema no Brasil (NAIME, 2005).

Não se pode excluir de um processo de gestão a variável ambiental, pois existe uma inter-relação entre todos os impactos que a organização traz meio, sejam eles sociais, econômicos ou ambientais. A Gestão Socioambiental Estratégica é um meio para as organizações assumirem uma responsabilidade social e adotar práticas para adequar seus processos produtivos ao mais sustentável possível (NASCIMENTO *et alli*, 2008).

A gestão ambiental empresarial, de acordo com o Portal Ambiente Brasil, pode ser definida como sendo um conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que consideram a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente através da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida de um produto, buscando uma permanente melhoria da qualidade ambiental seja em uma organização pública ou privada⁹.

Para BARBIERI (2004, p.19) Administração ou Gestão do Meio Ambiente pode ser entendida como:

[...] as diretrizes e as atividades administrativas e operacionais, tais como planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras realizadas com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, quer reduzindo ou eliminando os danos ou problemas causados pelas ações humanas, quer evitando que eles surjam.

A gestão ambiental evoluiu como uma área do conhecimento sobre o meio ambiente e que seu objetivo é administrar e coordenar, dentro do possível, toda a complexidade de fenômenos ecológicos que interagem com os processos humanos, mantendo o fluxo dinâmico evolutivo dos sistemas naturais e utilizando os efeitos benéficos dessa evolução para o desenvolvimento sustentável (PHILIPPI JR. *et alli*, 2004).

A preocupação com as questões ambientais e de responsabilidade social passa a influenciar na escolha da organização pelos fornecedores, os quais devem atender a seus requisitos éticos e que atestem que os insumos produtivos contratados atendam a seus requisitos ambientais. Sendo assim, a gestão de uma organização extrapola o âmbito interno das empresas, saindo das fronteiras organizacionais tradicionais. A responsabilidade social e ambiental será definida a partir da “efetividade” da organização, sendo efetiva quando mantém uma postura socialmente responsável. A postura dos clientes passou a ser rígida e voltada à expectativa de interagir com organizações éticas, com boa

⁹ Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/>

imagem institucional no mercado, e que atuem de forma ecologicamente responsável (TACHIZAWA, 2004). Para Tachizawa (2004, p. 75):

Gestão ecológica é o exame e a revisão das operações de uma empresa da perspectiva da ecologia profunda, ou de um novo paradigma. É motivada por uma mudança de valores da cultura empresarial, da dominação para a parceria, da ideologia do crescimento econômico para a ideologia da sustentabilidade ecológica.

As tentativas de colocar em prática um desenvolvimento industrial sustentável têm levado o meio empresarial a mudar os paradigmas, os valores e a orientação de seus sistemas operacionais. Independente da motivação, as empresas vêm se adequando às exigências da preservação pela utilização das tecnologias que utilizam racionalmente os recursos e evitam a poluição. Para Schenini, “tecnologia é um conjunto de conhecimentos que se aplicam a determinadas atividades visando maximizar benefícios, melhoria ou desempenho”, e o uso das tecnologias limpas, são o melhor meio para se alcançar o desenvolvimento sustentável (SCHENINI, 2005). Com base nesse contexto, Nascimento *et alli* (2008, p. 34) define o que são as tecnologias mais limpas:

[...] As “tecnologias mais limpas” (TML), definidas como um conjunto de soluções que começam a ser estabelecidas e disseminadas, por sua ampla utilização, a fim de prevenir e resolver problemas ambientais. Elas seguem o princípio de proteger e/ou conservar o meio ambiente, evitando o desperdício de recursos e a degradação ambiental, almejando o desenvolvimento sustentável.

De acordo com Pereira e Alperstedt, *apud* Schenini (2005, p. 20), “tecnologia Limpa significa menos insumos, gerando menos poluição, visto que a poluição é sinal de ineficiência e perda de lucro”. Segundo a Gazeta Mercantil, *apud* Schenini (2005, p. 20), as tecnologias limpas podem ser classificadas em três categorias:

- a. As de primeira geração: tecnologias de fim de tubo, que reduzem a poluição, mediante a incorporação de mecanismos de controle, sem alterar o processo de produção;
- b. A segunda geração de inovações tem caráter preventivo, e consiste na redefinição dos processos e na composição de matérias-primas e insumos;
- c. Inovações de terceira geração, que estão associadas ao campo da biotecnologia, dos novos materiais e da eletrônica, que consiste na substituição de materiais tóxicos por menos tóxicos.

Na área ambiental, sistemas de pensamento estão nos conduzindo a um afastamento da tradicional da engenharia de fim do tubo (*end-of-pipe*) e pensando em direção a prevenção. Produção limpa e prevenção a poluição exigem uma nova forma de repensar do projeto e processo operacional. O pensar da especificação de produto adiciona simplesmente outros mecanismos de tecnologias no final da linha de produção para reduzir partes por milhões de efluentes a fim de encontrar a nova regulação. Sistemas de pensamento promovem a integração dos negócios e outras no que se refere a desempenho. Custo, eficiência, produtividade e desempenho ambiental, todos se tornam partes do mesmo processo de decisão. Outro ou um melhor mecanismo de fim de tubo, que faz menor impacto (HILLARY, 1997).

A implantação de tecnologias limpas no processo de produção é possível em qualquer atividade industrial ou serviço, independente do porte organizacional. Isso pode ser realizado através da mudança de métodos na organização, como a otimização do processo existente, modificação nos processos, ou a substituição dos processos produtivos (SCHENINI, 2005). Hillary (1997, p. 50) define o que significa produção limpa:

[...] Cleaner production means the persistent use of industrial process and products – designed from their inception to prevent the pollution of air, water and land – to reduce waste, to minimize risks to the environmental and human health and to make efficient use of raw materials, such as energy and water.

Ou seja, a produção limpa significa a continuidade do uso do processo e produtos industriais, projetados desde o início para evitar a poluição do ar, da água e do solo, reduzindo os resíduos, diminuindo os riscos ao meio ambiente e a saúde humana e tornando eficiente o uso de matérias-primas, por exemplo, energia e água. A produção limpa é um enfoque de antecipação e prevenção, que aparece em contraponto ao controle da poluição que é feita após a ocorrência da poluição, da liberação dos resíduos, a exemplo das soluções de fim de tubo (*end-of-pipe*). Os motivos para se investir em produção limpa são vários e possuem implicações tanto para as indústrias quanto para o governo, a produção limpa: conduz a melhoria nos produtos e nos processos produtivos; reduz os custos relacionados às soluções de fim de tubos (*end-of-pipe*); economiza em matéria-prima e os custos de produção; aumenta a competitividade por meio do uso de novas e crescentes tecnologias e do aumento da eficiência das matérias-primas; melhora a saúde e a segurança dos empregados e melhora a imagem organizacional; e garante conformidade com as normas nacionais e internacionais (HILLARY, 1997).

O termo eólico vem do latim *aeolicus*, pertencente ou relativo a *éolo*, deus dos ventos na mitologia grega e, portanto, pertencente ou relativo ao vento. A energia dos ventos é uma abundante fonte de energia renovável, limpa e disponível em todos os lugares¹⁰. O vento pode ser entendido como deslocamentos de massas de ar causados pelas diferenças de aquecimento da Terra pela radiação solar, o que constitui, de maneira indireta, uma forma de energia solar e representa o resultado da transformação de energia térmica em cinética. O aproveitamento da energia dos ventos é chamado de energia eólica. O vento usado pela energia eólica é o vento próximo a superfície terrestre (CARVALHO, 2003). O vento, atmosfera em movimento, tem sua origem na associação entre a energia solar e a rotação planetária. Os regimes de ventos são causados pela desigual distribuição de incidência de energia solar na superfície da Terra. Todos os planetas envoltos por gases em nosso sistema solar demonstram a existência de distintas formas de circulação atmosférica e apresentam ventos em suas superfícies (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS, ELETROBRÁS, 2001).

Os ventos são gerados pela diferença de temperatura da terra e das águas, das planícies e das montanhas, das regiões equatoriais e dos pólos do planeta Terra. A quantidade de energia disponível no vento varia de acordo com as estações do ano e as horas do dia. A topografia e a rugosidade do solo têm grande influência na distribuição de frequência de ocorrência dos ventos e de sua velocidade em um local. No caso eólico, o relevo exerce distintas influências conforme o caso e a região: como obstáculo ao movimento da camada atmosférica inferior, como indutor de fenômenos de mesoescala (brisas montanha-vale) e como gerador de ondas e acelerações orográficas. Pela sua extensão em latitude, o Brasil apresenta diferentes climas que variam do equatorial, na região Norte, ao subtropical, na região Sul. Entre os grandes fatores que influem no clima brasileiro estão a Zona de Convergência Intertropical ao norte, móvel ao longo do ano e para a qual convergem os ventos alísios; as distintas ações exercidas pelo relevo continental, incluindo-se a formidável muralha à circulação atmosférica exercida pelo maciço dos Andes no extremo oeste do continente sul-americano; a ação contínua da alta pressão do Anticiclone Tropical Atlântico; e a ação periódica irregular das massas de ar polares que adentram as regiões Sul e Sudeste em maior intensidade (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS, ELETROBRÁS, 2001).

¹⁰ Disponível em: <http://www.abeama.org.br/>.

Historicamente, máquinas movidas pela força motriz do vento podem ser consideradas como um dos primeiros avanços da humanidade. O primeiro registro histórico de utilização dessa força motriz para bombeamento de água e moagem de grãos através de cataventos remonta à Pérsia, por volta do ano 200 A.C. Tratava-se de um catavento de eixo vertical, de proporções razoáveis, cujo uso generalizou-se posteriormente no mundo islâmico. Essas máquinas primitivas persistiram até o século XII quando, quase simultaneamente, apareceram, na Inglaterra, França e Holanda, moinhos de eixo horizontal, do tipo “holandês”. Esses cataventos destinavam-se ao bombeamento de água e moagem de grãos¹¹. A utilização do vento como fonte de energia elétrica em escala comercial teve início na década de 1980, passando por um significativo avanço tecnológico nos anos 1990, o qual possibilitou que a energia eólica atingisse o estágio de desenvolvimento atual. Atualmente, a energia eólica vem sendo reconhecida como uma importante fonte alternativa para a geração de energia elétrica, principalmente pela não emissão de dióxido de carbono e por apresenta um mínimo impacto no meio ambiente (VENTOS DO SUL ENERGIA, 2007).

Em função da mudança que está acontecendo atualmente do setor energético brasileiro, legislações específicas vem sendo desenvolvidas, como o Decreto nº. 4.541, de dezembro de 2002¹², que regulamente alguns artigos específicos da Lei nº. 10.438 de abril de 2002¹³, artigos 3º, 13, 17 e 23, que dispõe sobre a expansão da oferta de energia emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica – PROINFA e a conta de desenvolvimento energético, e dá outras providências.

Alguns fatores que contribuem para o sucesso no desenvolvimento de fontes renováveis (CARVALHO, 2003):

- No fator político, as definições de políticas continuadas, o suporte e o incentivo governamental que vem crescendo para a implementação de fontes renováveis.
- No fator legislativo, a criação de leis para a garantia do mercado e preços para as fontes de energia renováveis.
- No fator fiscal, vem sendo definidas recompensas financeiras por incentivo ou isenção de taxas e impostos.

¹¹ Disponível em: <http://www.eolica.org.br/>.

¹² Decreto nº. 4.541, de dezembro de 2002.

¹³ Lei nº. 10.438, de abril de 2002.

- No fator financeiro, existem os estímulos a empréstimos com taxas de juros subsidiadas, empréstimos de longo prazo, com carência longa e com baixas taxas de juros como forma de incentivar e alavancar os projetos na área de energias renováveis.
- No fator administrativo, a conscientização da população perante a informação e aceitação das novas formas de produção de energia elétrica, com planejamento de alocação de fontes alternativas, além de definições para a permissão de produção e de acesso à rede elétrica.
- No fator desenvolvimento de tecnologia, é crescente o apoio ao desenvolvimento e capacitação de tecnologia nacional que permita a geração de emprego e de renda em toda a cadeia produtiva e de transformação.
- No fator informação, educação e treinamento, o apoio a disseminação sobre os benefícios de energia renovável.

A geração de energia elétrica por meio de turbinas eólicas constitui uma alternativa para diversos níveis de demanda de energia. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Quanto às centrais de grande porte, estas têm potencial para atender uma significativa parcela do Sistema Interligado Nacional (SIN) com importantes ganhos: contribuindo para a redução da emissão, pelas usinas térmicas, de poluentes atmosféricos; diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios; e reduzindo o risco gerado pela sazonalidade hidrológica, à luz da complementaridade citada anteriormente (ANEEL, 2005).

Toda a implantação de equipamentos de produção de energia eólica envolve um desenvolvimento de um projeto. Para Gido e Clements, (2006, p.04): “Um projeto é um esforço para atingir um objetivo específico por meio de um conjunto único de tarefas inter-relacionadas e da utilização eficaz de recursos”. Todo projeto possui fatores que limitam o seu sucesso, dentre eles estão o escopo, que é todo o processo que deve ser realizado no projeto, para que seja garantida a satisfação do cliente; o custo, que é todo o montante financeiro que será empregada na realização do projeto, que se baseia em um orçamento; um cronograma, que especifica todas as etapas do projeto num período de tempo

determinado; e por último a satisfação do cliente em concluir o escopo planejado, dentro do orçamento e do prazo previsto.

Dentre as análises orçamentárias de um projeto, é necessária a verificação da viabilidade e de retorno deste. Para tais análises, devem-se aplicar ferramentas financeiras. Das ferramentas financeiras, o *Payback*, de acordo com Stephen A. Ross *et alli* (2002, p. 218): “Período exigido para que um investimento gere fluxos de caixa suficientes para recuperar o custo inicial”.

4.1 AEROGERADORES

Os aerogeradores são máquinas capazes de transformar a energia cinética dos ventos em energia elétrica. Um aerogerador consiste num gerador elétrico movido por uma hélice, que por sua vez é movida pela força do vento. A hélice pode ser vista como um motor a vento. A energia cinética é convertida em energia mecânica rotacional pela turbina eólica. Essa energia mecânica é transmitida pelo eixo através de uma caixa de engrenagens ou diretamente ao gerador, que realiza a conversão eletro-mecânica, produzindo energia elétrica. A energia elétrica gerada pode ser injetada diretamente na rede elétrica convencional (normalmente aerogeradores de grande porte) ou utilizada em sistemas isolados – eletrificação rural (geralmente aerogeradores de pequeno porte)¹⁴.

Atualmente as estruturas de grande porte disponíveis são na maioria máquinas tripás (três pás) de eixo horizontal. Contudo, existem inúmeros outros tipos de aerogeradores, tais como as máquinas bipás, monopás, quadripás e multipás de eixo horizontal, além das máquinas Darrieus e Savonius de eixo vertical, bem como diversos outros dispositivos. Estas inúmeras variantes são normalmente utilizadas apenas para máquinas de pequeno porte. As potências de aerogeradores disponíveis comercialmente para geração de energia elétrica¹⁵:

- Pequeno porte – potência nominal menor ou igual a 10 kW, normalmente são utilizados em residências rurais, fazendas e aplicações remotas;

¹⁴ Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/>.

¹⁵ Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/>.

- Médio porte – potência nominal na faixa de 10 - 250 kW, sendo destinadas à utilização em pequenas comunidades, sistemas híbridos e geração distribuída;
- Grande porte – potência nominal maior do que 250 kW, sendo destinadas à utilização em parques eólicos e geração distribuída.

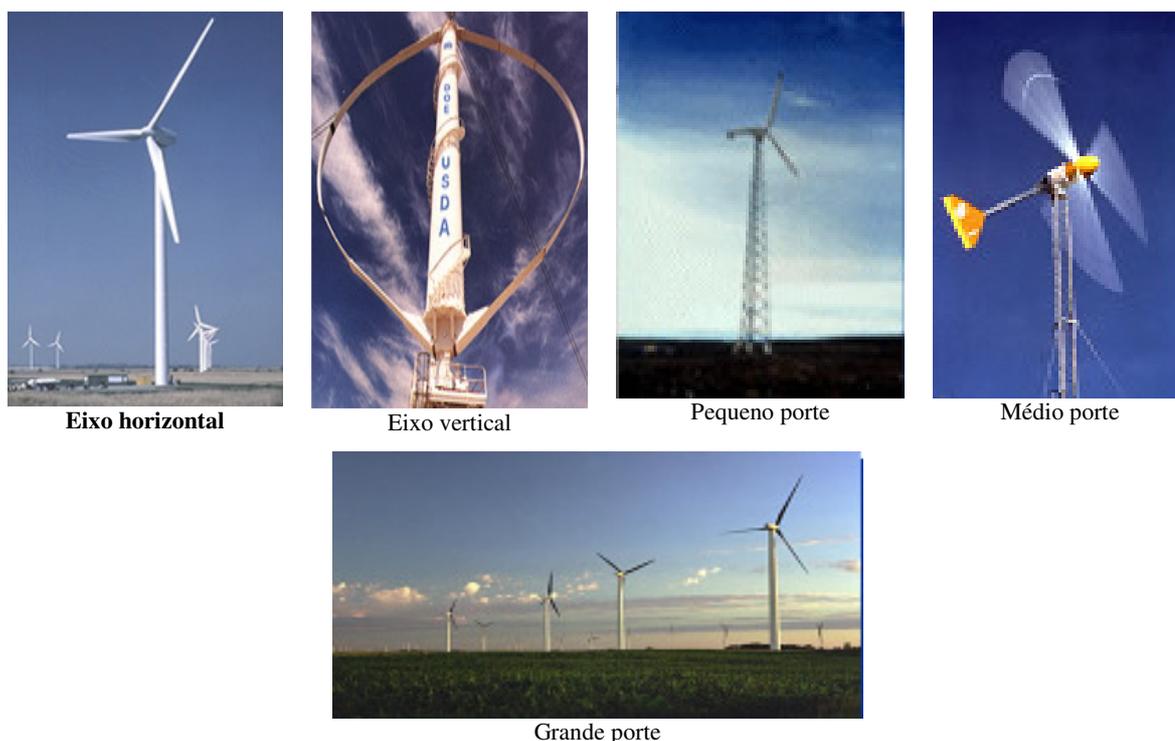


Figura 1 - Modelos de aerogeradores

Fonte: CRESESB (2008).

As principais aplicações dos sistemas eólicos para geração de energia elétrica são os sistemas de grande porte interligados à rede elétrica, normalmente denominados de parques eólicos, e os sistemas isolados¹⁶:

- Parques Eólicos – Constituem sistemas de grande porte, com potência instalada na faixa de unidades a dezenas de MW. Os parques eólicos podem ser dotados de várias dezenas de aerogeradores e injetam toda a energia gerada na rede elétrica convencional, funcionando como uma usina geradora; são também denominadas usinas eólicas;

¹⁶ Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/>.

- Sistemas Isolados – São sistemas autônomos de pequeno e médio porte, com potência instalada na faixa de centenas de W a unidades de kW, normalmente destinados ao abastecimento de energia rural. Tais sistemas podem destinar-se a alimentar uma residência rural, uma fazenda, uma comunidade ou outro tipo de instalação.

Os aerogeradores são projetados para funcionarem a uma determinada faixa de variação da velocidade do vento, geralmente entre 4 a 30 m/s. Acima desta faixa, os componentes como gerador, pás, passam a atuar com sobrecarga. Abaixo da faixa não é viável gerar energia. Desta forma é necessário que sejam realizados projetos de estudo de ventos nas regiões em que se deseja instalar um aerogerador. No Brasil, os mapas eólicos podem auxiliar nesse estudo dos ventos.

4.2 CONTEXTO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ATUAL

A energia, nas suas mais diversas formas, é indispensável à sobrevivência da espécie humana. E mais do que sobreviver, o homem procurou sempre evoluir, descobrindo fontes e maneiras alternativas de adaptação ao ambiente em que vive e de atendimento às suas necessidades. No limiar do terceiro milênio, os avanços tecnológicos em geração, transmissão e uso final de energia elétrica permitem que ela chegue aos mais diversos lugares do planeta, transformando regiões desocupadas ou pouco desenvolvidas em pólos industriais e grandes centros urbanos. Apesar dos referidos avanços tecnológicos e benefícios proporcionados pela energia elétrica, cerca de um terço da população mundial ainda não tem acesso a esse recurso; dos dois terços restantes, uma parcela considerável é atendida de forma muito precária. No Brasil, conforme revelado pelo último censo demográfico, mais de 80% da população brasileira vive na zona urbana. A grande maioria desse contingente está na periferia dos grandes centros urbanos, onde as condições de infra-estrutura são deficitárias (ANEEL, 2005).

Os combustíveis fósseis contribuem com dois terços das emissões de CO₂, nos EUA. No mundo, 64% da eletricidade gerada são produzidos através da queima de combustíveis fósseis (principalmente petróleo e carvão), respondendo por 27% das emissões globais de carbono. No mundo, 86% das fontes de energia são não-renováveis, sendo somente 14% renovável. No Brasil, a situação é inversa, as fontes renováveis são a maioria, sendo 55% renováveis e 45% não-renováveis (MME, 2007). Os principais tipos de energia que compõe a Matriz Energética Brasileira, atualmente, são a hidroeletricidade e combustíveis fósseis, sendo estes os principais impulsionadores da economia brasileira. O Brasil é um país rico de recursos naturais, e com uma capacidade bastante elevada de instalação de novas fontes de energia renováveis. Espera-se que com novos incentivos que estão surgindo, principalmente por parte do governo, as fontes renováveis no Brasil sejam cada vez mais significantes em sua matriz energética.

De acordo com o Planejamento Energético de 2007, publicado pelo Ministério de Minas e Energia, o Brasil é o 10º maior gerador de energia do mundo. A produção de Energia do Brasil é de 425 TWh/ano, o que correspondem a 58% da produção da América do Sul. O Brasil possui uma capacidade instalada para geração de energia elétrica de 105.986 MW, sendo 83.282 MW de hidrelétricas, 20.458 MW de termoelétricas, 2.007 MW de termonucleares, 236 MW de eólica. Em termos percentuais: hidrelétricas 78.5%, termoelétricas 19.3%, termonucleares 1.9%, eólica 0.2%, situação em 2005. Possui 88.939 km de linhas de transmissão. 85% da geração, 42% da transmissão e 20% da distribuição de energia elétrica no Brasil são realizadas por estatais (ANEEL, 2005).

4.3 ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é a fonte alternativa de energia que mais cresce no mundo, segundo a Associação Empresarial Eólica Espanhola¹⁷, a uma taxa de 26% no ano de 2006. Os principais geradores de energia eólica mundiais são a Alemanha, a Espanha, os Estados Unidos, Índia e Dinamarca. Na Europa, 3% da energia consumida já é de origem eólica. O *World Energy Council*¹⁸ estima que mais de 10% da energia elétrica produzida no mundo

¹⁷ Disponível em: <http://www.aeeolica.es/>

¹⁸ Disponível em: <http://www.worldenergy.org/>

será advinda da fonte eólica, em 2020. E espera-se que até 2030, a União Europeia consiga gerar, a partir da energia eólica, em torno de 10% de toda a energia que consome.

Evolução mundial da capacidade eólico-elétrica instalada, em GW:

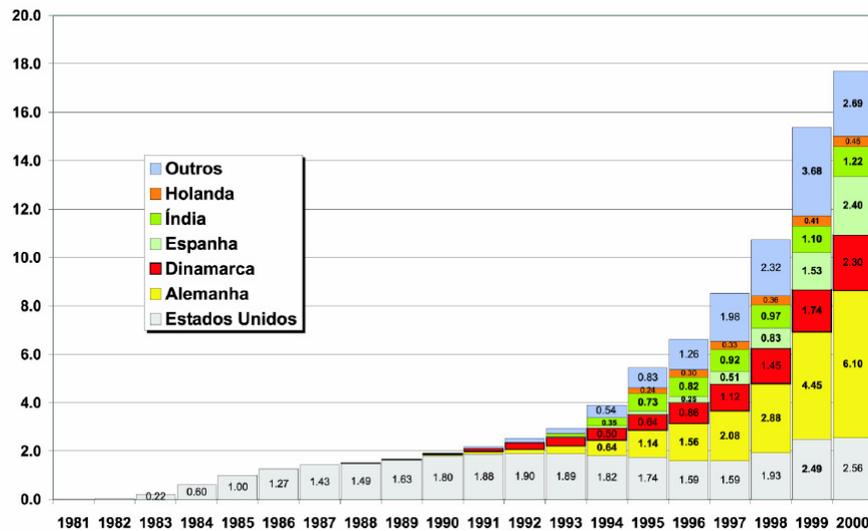


Figura 2 - Evolução mundial da capacidade eólico-elétrica instalada
Fonte: Ministério de Minas E Energias, Eletrobrás (2001).

Como se pode verificar, o crescimento da capacidade eólica mundial vem crescendo em uma curva exponencial. No início do ano 2000, aproximadamente 18 GW de capacidade de produção de energia eólica estava instalada no mundo. Principais países e sua participação na produção mundial de energia eólica em percentuais:

Tabela 1 - Países e sua participação na produção mundial de energia eólica

PAÍS	Participação na produção mundial de energia eólica	Posição no ranking mundial	Participação da energia eólica no total produzido pelo país
ALEMANHA	28%	1º lugar	10%
ESTADOS UNIDOS	16%	2º lugar	1%
ESPAÑA	16%		7%
ÍNDIA	8%	4º lugar	9%
DINAMARCA	4%	5º lugar	20%
BRASIL	0,3%	20º lugar	0,2%

Fonte: Associação Europeia de Energia Eólica (2008).

A Alemanha é o país com a maior participação mundial atualmente na produção de energia eólica, com 28% da produção, e o segundo com maior participação na produção interna do país da energia eólica. Logo após, estão os Estados Unidos e a Espanha na produção mundial, com 16%, a Índia com 8% e a Dinamarca, com 4%. A Dinamarca se encontra na 5º posição do ranking mundial na produção de energia eólica, com 4% da produção. Por outro lado, a Dinamarca se encontra na 1º posição do ranking mundial, considerando a proporção produção de energia total/energia eólica, sendo a produção de energia eólica 20% da produção total de energia na Dinamarca. O Brasil ainda tem pouca participação mundial, é o 20º no ranking mundial, com uma participação de 0,3%. Dentre a diversificada matriz energética brasileira, em que a energia hidrelétrica é a principal fonte, apenas 0,2% da produção interna é de energia eólica.

De acordo com a ANEEL, a potência mundial instalada, no ano de 2007, de produção de energia eólica era da ordem de 75.000 MW. O Brasil vem iniciando a exploração da energia eólica, e apresentava no ano de 2007, 236 MW em operação e 59 MW em construção. O Brasil é considerado um dos países mais ricos em recursos naturais, e vem aproveitando essa vantagem para se inserir no mapa mundial do desenvolvimento sustentável. Possui um grande potencial eólico ainda não utilizado, e de acordo com o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, o Brasil pode atingir 143.500 MW. O Plano Nacional de Energia para 2030 indica uma inserção, até 2030 de aproximadamente 5.000 MW da tecnologia eólica. Este número é encarado pelo Ministério de Minas e Energia como conservador, devendo ser revisto à medida que essa tecnologia se firmar no Brasil (MME, 2007).

De uma forma geral, grande parte do litoral brasileiro, em particular o da região Nordeste, apresenta velocidades de vento propícias ao aproveitamento da energia eólica em larga escala. O litoral do Estado do Rio Grande do Sul é também considerado bastante favorável, assim como o litoral Norte do Estado do Rio de Janeiro. No interior do país, em áreas montanhosas também se encontram diversos sítios propícios. As regiões Centro-Oeste e Norte é a menos favorecida em relação à energia eólica (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS, ELETROBRÁS, 2001). Segue abaixo a distribuição geográfica do potencial regional brasileiro de energia eólica em GW, em TWh/ano e em níveis percentuais:

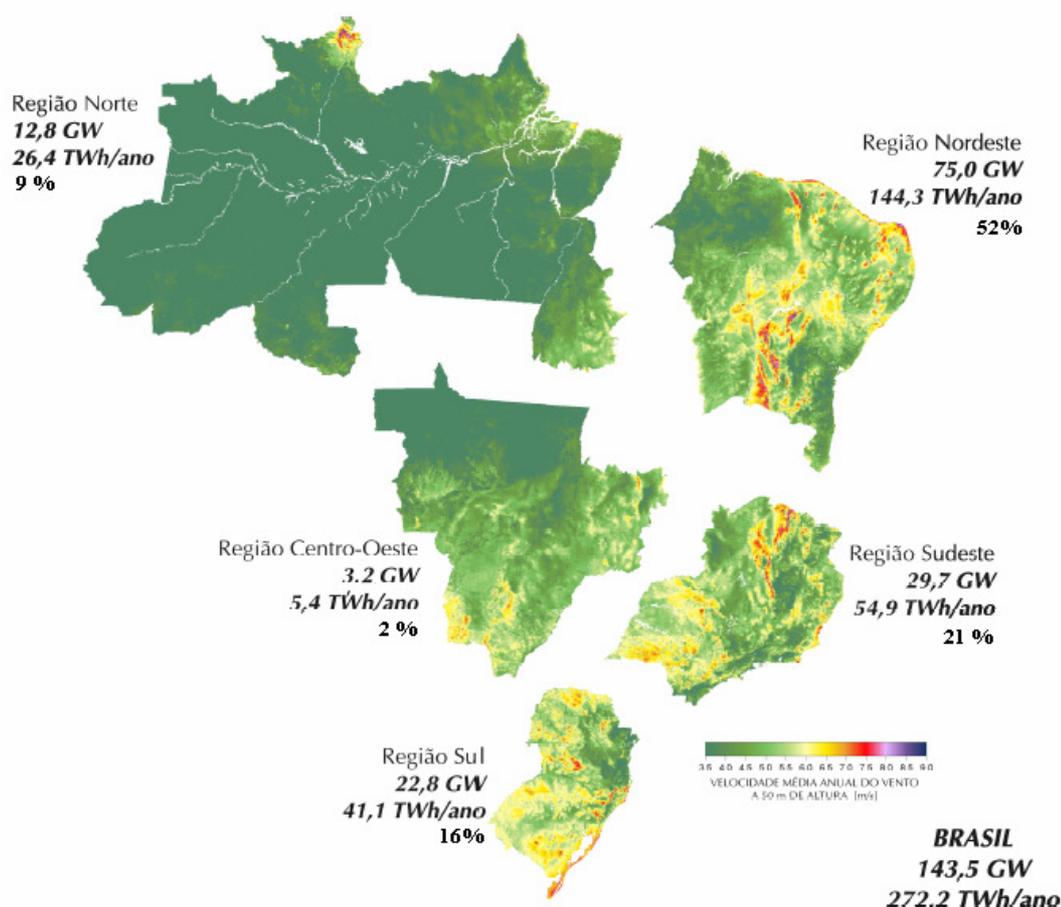


Figura 3 - Mapa da distribuição geográfica do potencial brasileiro

Fonte: SEMC (2002).

Podemos verificar no mapa acima a distribuição geográfica do potencial eólico existente no Brasil, na margem de 143,5 GW, em que a região Nordeste se destaca com 52% desse potencial, o que significa que a região pode produzir 144,3 TWh no período de um ano. A região Sudeste e a região Sul, possuem respectivamente 21% e 16% do potencial total, as regiões podem produzir 54,9 TWh e 41,1 TWh no período de um ano. As regiões Norte, 9% do potencial total, podendo produzir 26,4 TWh/ano, e Centro-Oeste, 2% do potencial total, podendo produzir 5,4 TWh/ano, não possuem um potencial muito significativo.

Esse mapa foi realizado com por meio da integração dos mapas digitais, utilizando-se recursos de geoprocessamento e cálculos de desempenho e produção de energia elétrica a partir de curvas de potência de turbinas eólicas existentes no mercado, chegou-se aos valores listados abaixo (SEMC, 2002):

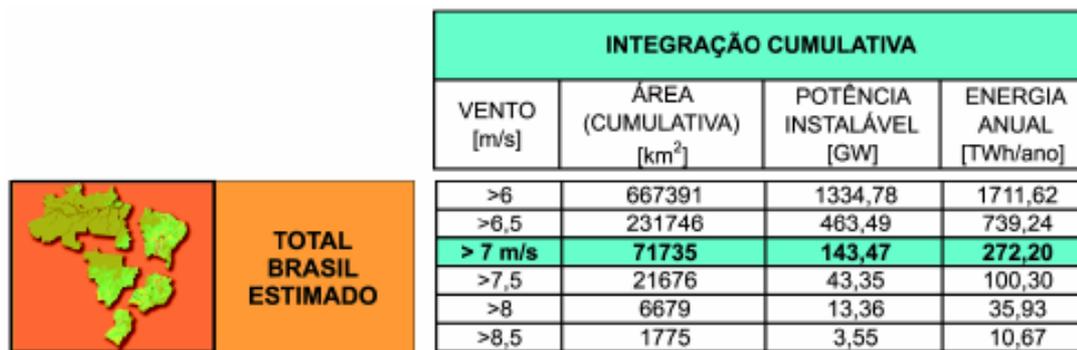


Figura 4 - Potencial eólico-elétrico estimado do Brasil, calculado por integração de áreas

Fonte: SEMC (2002).

Como se pode verificar, a partir dos cálculos realizados por região, definiu-se a área cumulativa de produção de energia eólica brasileira e o potencial instalável. Esse potencial é a capacidade de produção, a sua potência nominal. Esse não corresponderá a toda a energia produzida. Existe um fator de capacidade, que é o percentual da potência nominal que será produzido de energia realmente. Este percentual varia de acordo com cada equipamento utilizado na produção de energia. No quadro acima, o fator de capacidade utilizado foi de aproximadamente 0,2196, ou seja, uma potência nominal de 31,50 GW, que produz 272,20 TWh/ano de energia eólica, considerando ventos com velocidade média de 7 m/s.

No mapa abaixo podemos visualizar melhor que a região Norte, especificamente na Floresta Amazônica, existe uma baixíssima média de ventos, e somente no extremo norte que seria possível a implantação de alguma estrutura de aerogeradores, pois tem uma média aproximada de 6.0 m/s. Pode-se ver claramente que as regiões Nordeste, Sudeste e Sul são as privilegiadas em relação aos ventos. Segue abaixo o mapa das potencialidades eólicas do Brasil e a média da velocidade anual de ventos:

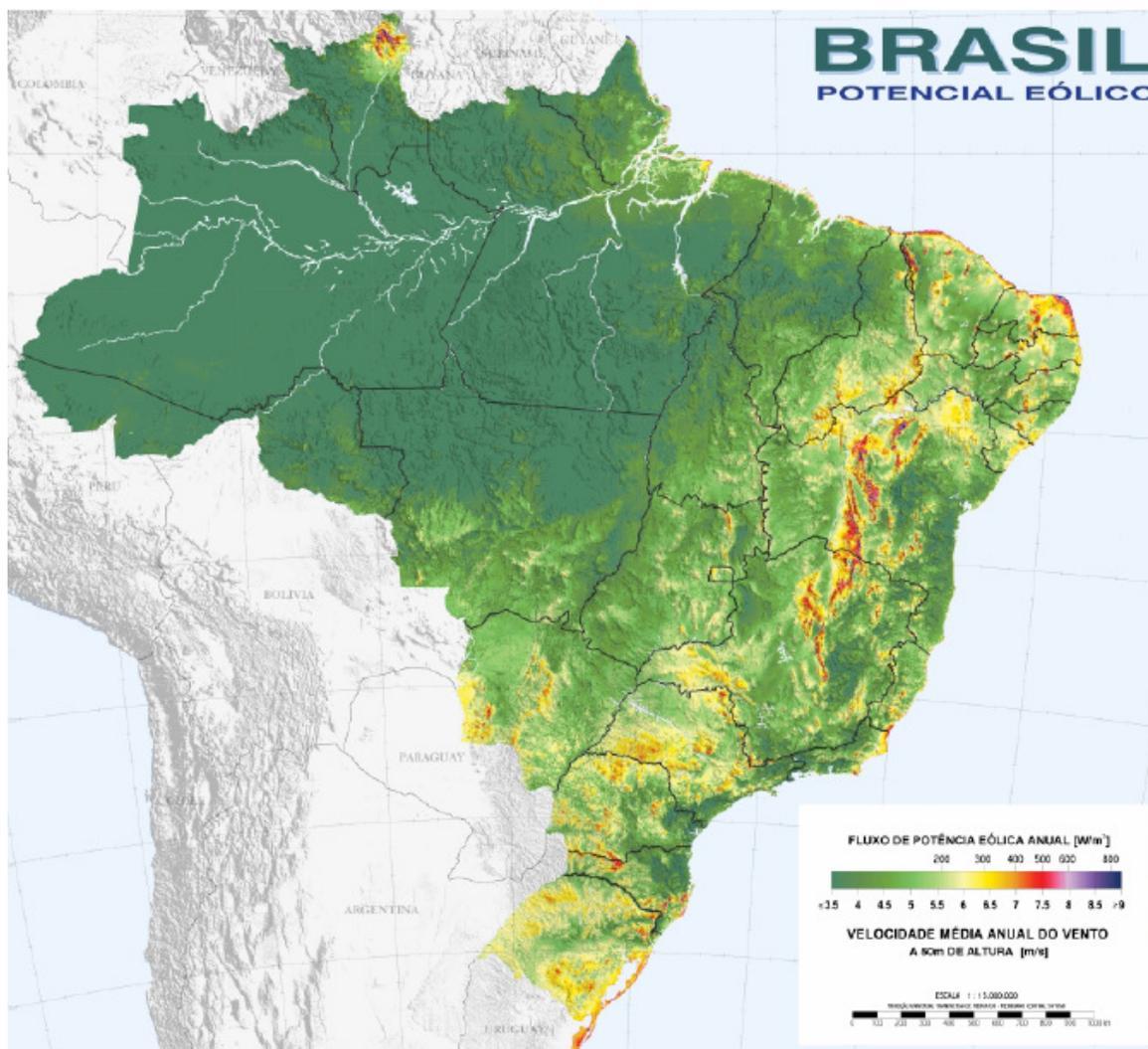


Figura 5 - Mapa das potencialidades eólicas do Brasil

Fonte: SEMC (2002).

Na Região Sul, os ventos com maior média de velocidade se encontram no litoral Sul de Santa Catarina e no litoral do Rio Grande do Sul. Nos três estados, contudo, existem muitos locais, como se pode observar abaixo, em que as médias de ventos se são superiores a 6m/s, portanto, possíveis de instalação de aerogeradores. Segue abaixo o mapa das potencialidades eólicas da Região Sul do Brasil:

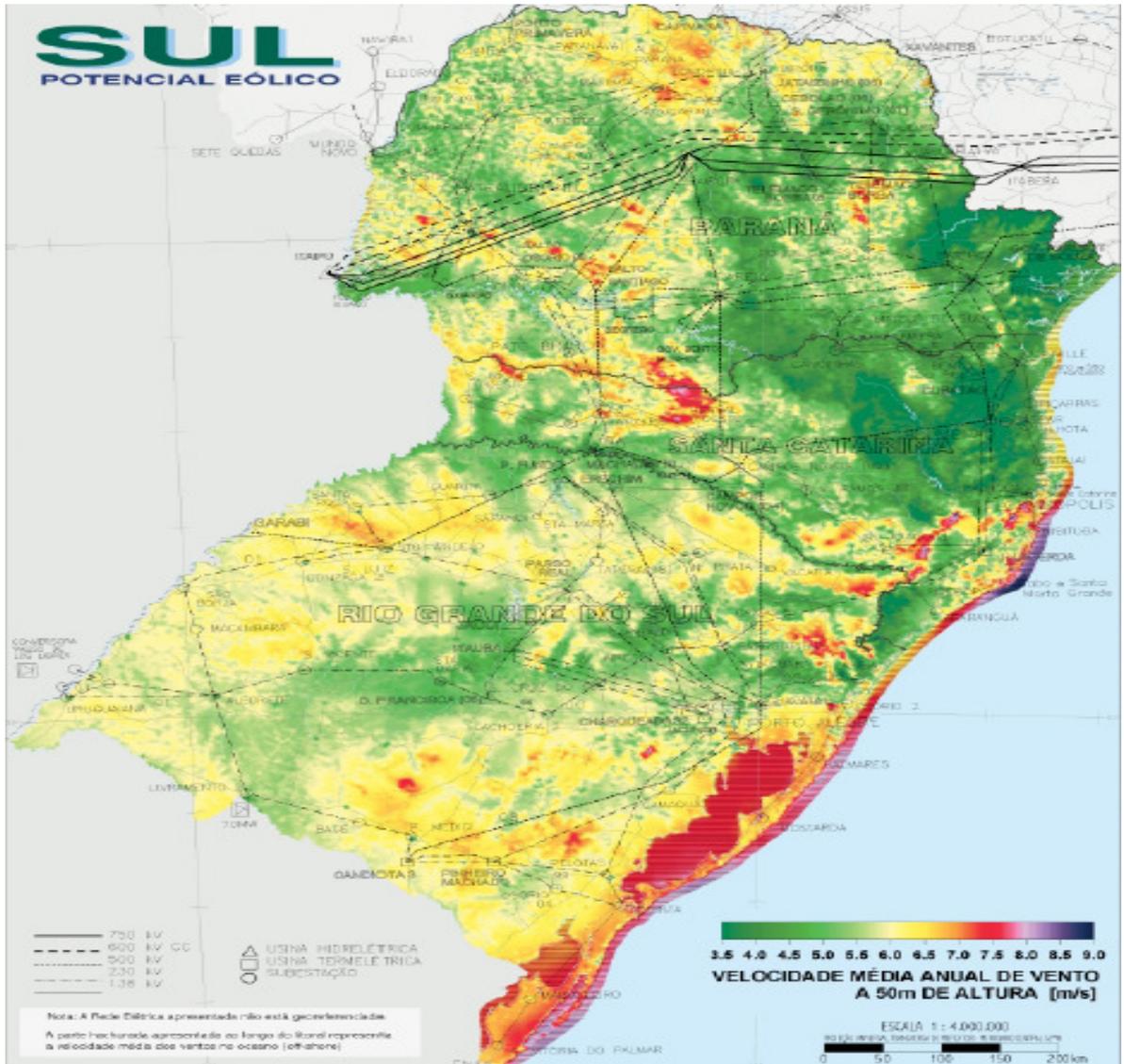


Figura 6 - Mapa das potencialidades eólicas da Região Sul do Brasil
 Fonte: SEMC (2002).

Situado no extremo-sul do Brasil, o Rio Grande do Sul é um dos estados brasileiros com potencial eólico e apresenta hoje um dos mais altos níveis de infra-estrutura, próximo aos países desenvolvidos. Em quase todo o estado do Rio Grande do Sul é possível realizar a instalação de aerogeradores, sejam parques ou isolados, para produção de energia eólica. A região central, chamada Depressão Central, é onde se encontram as médias de ventos mais baixas, principalmente em função do relevo. Na parte amarela, os ventos estão em média entre 6,0 e 6,5 m/s, velocidade mínima desejada para o adequado funcionamento de aerogeradores. No litoral gaúcho, encontram-se os ventos mais fortes, parte avermelhada do mapa, com ocorrências superiores a 7,5 m/s.

Na cidade de Osório, localizada no litoral gaúcho, foi instalado o primeiro parque eólico da América Latina, que começou a operar em dezembro de 2006. Com capacidade de 150 MW, existe um projeto de ampliação para 300 MW. Em dezembro de 2006, foi registrado pelo Comitê Executivo de Mudanças Climáticas da ONU na modalidade de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, de acordo com as regras do Protocolo de Kyoto. O empreendimento convive harmoniosamente com a fauna e a flora da região. Com o intuito de propiciar a livre passagem das aves migratórias, foram abertos nos parques espaços de cerca de um quilômetro entre diferentes linhas dos 75 aerogeradores. A implantação dos Parques Eólicos de Osório cumpre com as exigências da legislação ambiental brasileira, fiscalizado e licenciado pela FEPAM (VENTOS DO SUL ENERGIA, 2007).

5 MÉTODO

Este trabalho consiste de um estudo de avaliação ambiental do uso de energia eólica para usuários de pequeno porte. De acordo com Tachizawa e Mendes (1999, p. 12), em uma monografia exploratória, procura-se estabelecer uma análise específica entre diferentes casos e modelos e/ou teorias. Segundo os autores (1999, p. 95), “[...] pode-se desenvolver uma monografia conceitual inteiramente do tipo análise teórica, com a pesquisa bibliográfica, mas com a inserção de um exemplo de aplicação [...]”. O trabalho proposto enquadra-se neste tipo de abordagem de estudo de caso exploratório, uma vez que busca em uma avaliação de impacto ambiental, analisar a implantação de energia eólica para usuários de pequeno porte, analisando a viabilidade financeira a partir de orçamentos buscados no mercado, realizando simulações de uso de diferentes situações, e apresentando um caso real, um edifício ecologicamente correto, um prédio comercial na cidade de Porto Alegre, que utiliza de soluções ambientais para o funcionamento de sua infra-estrutura, e uma destas soluções corretas é a utilização de aerogerador para produção de energia eólica para o prédio em determinados horários. Relacionando-o com a teoria atual de uso de tecnologias limpas e de gestão ambiental nas organizações, foi realizada uma análise do impacto ambiental e financeiro. São considerados usuários de pequeno porte, as unidades como residências ou condomínios, empresas de pequeno porte e propriedades rurais.

5.1 COLETA DE INFORMAÇÕES DO SETOR

Com a finalidade de desenvolver o assunto proposto, foram verificados através de pesquisa os dados existentes no setor de energia, os impactos causados pela utilização de diferentes formas para produção de energia elétrica no meio ambiente, como é a composição das matrizes energéticas no Brasil e no mundo, demonstrando a utilização de fontes renováveis e não renováveis, quais as alternativas de energia utilizadas atualmente,

principalmente através de informações apresentadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em seu site¹⁹ e em sites de organizações mundiais.

5.2 COLETA DE DADOS DE ENERGIA EÓLICA

Foi realizada uma verificação pesquisa de dados sobre energia eólica especificamente, onde se buscou apresentar quais são os países que se destacam mundialmente na produção de energia eólica, a representatividade desta produção em suas matrizes energéticas, o crescimento da energia eólica no Brasil e no mundo, a capacidade de produção brasileira. No mundo todo existem associações mundiais de energia eólica, as quais formam consultadas através de seus sites. Apresentaram-se as vantagens e desvantagens de se utilizar esse recurso em relação aos demais, quais as opções de gerador de energia eólica que o mercado apresenta à venda.

Ainda se pesquisou o que existe de restrição para a colocação de aerogeradores em áreas residências, áreas rurais e áreas comerciais, em relação ao meio físico, e ainda as necessidades legais apresentadas pela FEPAM, na realização do licenciamento ambiental, e pela Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV), na liberação do habite-se para ocupação do local.

As coletas de dados, além de buscas teóricas, foram realizadas através de entrevistas com profissionais que atuam no setor eólico, como um funcionário do Centro de Energia Eólica, localizado na PUCRS. Foi proposto um roteiro, com base no que foi visto na literatura, o qual foi sendo adaptado de acordo com o andamento desta entrevista e do que surgiu de dúvidas. Com base no exposto nas entrevistas, pode-se identificar a percepção dos profissionais que trabalham diretamente com esse tipo de projeto, e relacionar com a teoria.

Além disso, foram enviados questionários para diferentes revendas de aerogeradores, solicitando informações das estruturas oferecidas à venda por cada um, com possível detalhamento de cada estrutura, e uma apresentação de cotação orçamentária e o que está incluído neste valor.

¹⁹ Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>.

5.3 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Além das coletas, irá foi se buscar na literatura um embasamento teórico para a utilização de tecnologias limpas, principalmente pelas organizações, relacionando-a principalmente a uma gestão ambiental sustentável. Procurou-se o que é essa gestão ambiental e o que existe de sistemas e tecnologias. Buscou-se a tecnologia específica para a energia eólica, que são os aerogeradores, quais existem e como funcionam. Verificou-se o que as leis brasileiras apresentam de preocupação ambiental, o que é impacto ambiental de acordo com o direito e de acordo com diversos autores.

5.4 ANÁLISE

Foram identificadas e analisadas as informações coletadas, por meio de comparação, a respeito das diferentes fontes de energia que se apresentam e os seus impactos ambientais, de maneira qualitativa. Demonstrando o porquê da escolha da energia eólica dentre as demais, através de suas vantagens e desvantagens.

Vou verificado através de contato com empresas e análise em cima do que foi apresentado como proposta, o que é necessário para implantar, principalmente em questões de viabilidade financeira e tempo de retorno do investimento, por pequenos usuários a energia eólica, a qual se apresenta como uma solução ambientalmente correta de fonte de energia.

Foram realizados cálculos, sobre as cotações orçamentárias apresentadas, de maneira a verificar o valor que se apresentaria o kWh produzido através de energia eólica em comparação com o kWh apresentado pela CEEE, concessionária de energia elétrica na região de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. O dado comparativo utilizado foi referente à conta de luz do mês de outubro de 2008, referente ao gasto de energia do mês

de setembro, cobrado para valores residências pela CEEE. O cálculo realizado utilizou o valor final apresentado no orçamento. Este valor foi dividido pela quantidade de energia produzida em kWh no período de um ano. O resultado foi o valor encontrado referente ao custo da energia eólica. Para fins de identificação do período de retorno, esse resultado foi dividido pelo valor da CEEE, resultando em quantos anos se tem o retorno do investimento.

Para se ter uma visualização mais adequada do investimento que pode ser empregado, foram simuladas quatro situações para a utilização de aerogeradores para produção de energia. Os quatro casos são: para cobrir os gastos de uma área condominial em uma área nobre de Porto Alegre – RS, a utilização em área rural, sendo uma plantação de fumo na região de Dom Feliciano – RS e uma granja na cidade de Hulha Negra – RS, e um estabelecimento comercial de Porto Alegre (restaurante e confeitaria). Das cotações financeiras que foram analisadas, os equipamentos que foram utilizados nas simulações, serão os que apresentaram uma alta ou média viabilidade financeira.

5.5 PESQUISA DE CAMPO

Foi realizada uma pesquisa de campo, a fim de identificar um caso real que pudesse demonstrar a aplicabilidade do trabalho. Buscou-se junto a construtoras e imobiliárias prediais, estruturas comerciais, residenciais ou industriais que utilizassem geradores de energia eólica. Identificou-se o Centro Empresarial Eolis, um edifício comercial que utiliza energia eólica para complementar a energia convencional utilizada pelo prédio. Foram coletadas informações com os funcionários do prédio e em algumas entrevistas retiradas da internet, além de fotos do local que foram coletadas no dia 09 de novembro de 2008.

6 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

6.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE ENERGIA EÓLICA

Toda a forma de aproveitamento de recursos naturais com fins energéticos causa, em maior ou menor escala, alterações no meio. Os principais impactos causados ao meio ambiente por estes geradores são:

- **Uso da terra:** Em um parque eólico as turbinas devem estar suficientemente distanciadas entre si, para evitar que a perturbação causada pelo escoamento do vento por uma unidade prejudique outras unidades. Este espaçamento deve ser no mínimo de 5 a 10 vezes a altura da torre. Portanto, para a instalação de parques eólicos, é necessária a ocupação de grandes terrenos e paisagens;
- **Não existência de obstáculos:** Para instalação aerogeradores, sejam parques ou pequenas estruturas, não podem haver obstáculos que impeçam os aerogeradores de funcionarem da melhor maneira possível, que obstruam a passagem dos ventos, a instalação dos aerogeradores e a rotação das hélices;
- **Instalação:** O maior impacto associado às turbinas eólicas acontece durante a fase de instalação do equipamento, devido à necessidade de movimentação de terras, principalmente para a fixação dos postes das turbinas. Contudo, a recuperação da cobertura do solo, faz-se, em regra geral, de forma rápida, podendo ser acelerada pela plantação de sementeiras. Como existe a possibilidade de replantação da cobertura vegetal, o impacto acaba não afetando significativamente o ambiente;
- **Emissão de ruído:** Este é um aspecto subjetivo, pois se por um lado o proprietário de uma turbina eólica o ruído é sinal de que a geração de energia está sendo em larga escala, as pessoas que moram ao redor entendem o ruído como uma perturbação. O ruído é proveniente de duas origens: mecânica e aerodinâmica. O ruído mecânico é originado em função da caixa de engrenagem. O ruído aerodinâmico está relacionado à velocidade do vento incidente sobre a turbina eólica. Segundo o estudo publicado pela ANEEL, as turbinas de múltiplas pás são menos eficientes e mais barulhentas que os aerogeradores de hélices de alta

velocidade. A fim de evitar transtornos à população vizinha, o nível de ruído das turbinas deve atender às normas e padrões estabelecidos pela legislação vigente;

- Impacto visual: Este é outro aspecto subjetivo, pois existe diversidade de pensamento entre as pessoas. Enquanto uns enxergam os parques eólicos como símbolo de prosperidade, de energia limpa e sustentável, outros enxergam como destruidores de paisagens;
- Interferência eletromagnética: Outro impacto negativo das centrais eólicas é a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados por rádio, televisão e outros;
- Danos à fauna: O número de pássaros atingidos por pás em rotação pode ser reduzido através de um planejamento adequado da localização dos parques eólicos em áreas não sujeitas a migração de pássaros e devidamente considerada nos estudos e relatórios de impactos ambientais.

Um dos motivos do crescimento da utilização da energia eólica na produção de energia elétrica é seu impacto ambiental mínimo. Dentre as vantagens da utilização deste tipo de fonte de energia estão:

- Não polui: Em todo seu processo não existe nenhum tipo de liberação de poluentes ao meio que estão instalados os geradores de energia. A geração de energia através do vento é um processo limpo, isento de contaminações, de emissões de poluentes ou de resíduos radioativos. É uma fonte de energia ambientalmente correta;
- Sustentável: A energia eólica consome em sua produção um recurso que é natural e renovável, o vento, e esta é uma fonte inesgotável proveniente da natureza;
- Preserva a fauna e a flora: No ambiente em que estão instalados os aerogeradores não existe a necessidade de retirada dos animais, nem de retirada da vegetação. Estes podem coexistir sem prejuízo a nenhuma das partes. Para as aves, deve ser feito um estudo e um planejamento, com o objetivo de propiciar a livre passagem das aves;

- Outras atividades: Apesar de não ser possível construir prédios entre as turbinas, a área do parque pode ser aproveitada para a produção agrícola, visto que não existe uma liberação de poluição no solo, nem no ar pelos aerogeradores, mantendo assim, as atividades produtivas ao redor das instalações e diversificando a economia local;
- Atração de turistas e estudiosos: Apesar de efeitos negativos, como alterações na paisagem natural, os parques eólicos tendem a atrair turistas, gerando renda, emprego, arrecadações e promovendo o desenvolvimento regional. Além disso, traz pesquisadores, estudiosos e novos investidores para analisar os bons investimentos realizados, podendo desenvolver o setor tecnológico da região;
- Grande Potencial: O Brasil, como já exposto, é um país com uma grande capacidade de instalação de estruturas de geração de energia eólica. Sua implantação pode desempenhar um papel decisivo na redução de dependência energética por combustíveis fósseis e poluentes. Além disso, o Brasil pode passar a exportar energia limpa para outros países, trazendo um diferencial competitivo ao país e um maior crescimento econômico nacional;
- Emprego: Com a necessidade de pesquisa e desenvolvimento para este setor, novos postos de emprego podem ser criados nas indústrias de componentes e equipamentos;
- Dispensa transporte e ou processamento de combustível: Diferentemente de outros combustíveis, a exemplo os fósseis, madeira, cana, e outros, que devem ser transportados de lugar e devem ser processados para a obtenção de energia;
- Evitam emissão de CO₂: Os Parques Eólicos da cidade de Osório, RS, produzem uma energia limpa que evitam a emissão estimada de 148.325 tCO₂e/ano (toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente por um ano) na atmosfera, um dos principais causadores do efeito estufa. Evitam o consumo de 36.550 toneladas de petróleo e 41.252.889 m³ (volume) de gás natural. Evitam a emissão estimada de 28.325 toneladas de contaminantes de SO_x, NO_x, poeiras e cinzas (VENTOS DO SUL ENERGIA, 2007).

Pode-se observar que as vantagens são significativas em relação às desvantagens. O principal é que a energia eólica é limpa e traz um baixíssimo impacto ambiental ao local onde instalado. Assim como as demais estruturas de produção de energia, antes de qualquer instalação dever ser realizado um projeto com estudo da região, dos ventos, dos solos, entre outros. Como foi visto anteriormente, a possibilidade de implantação de uma energia limpa como a eólica no Brasil é elevada.

6.2 OUTRAS FONTES RENOVÁVEIS

6.2.1 Energia Hidráulica E Pequenas Centrais Hidrelétricas (Pch)

A Energia Hidráulica é a energia obtida a partir da energia potencial de uma massa de água. A forma na qual ela se manifesta na natureza é nos fluxos de água, como rios e lagos e pode ser aproveitada por meio de um desnível ou queda d'água. Pode ser convertida na forma de energia mecânica (rotação de um eixo) através de turbinas hidráulicas ou moinhos de água²⁰. A energia hidráulica resulta da irradiação solar e da energia potencial gravitacional, que provocam a evaporação, condensação e precipitação da água sobre a superfície terrestre. Ao contrário das demais fontes renováveis, representa uma parcela significativa da matriz energética mundial e possui tecnologias de aproveitamento devidamente consolidadas. A contribuição da energia hidráulica ao desenvolvimento econômico do País tem sido expressiva, seja no atendimento das diversas demandas da economia – atividades industriais, agrícolas, comerciais e de serviços – ou da própria sociedade, seja na melhoria do conforto das habitações e da qualidade de vida das pessoas. Também desempenha papel importante na integração e no desenvolvimento de regiões distantes dos grandes centros urbanos e industriais (ANEEL, 2005).

O aproveitamento de potenciais hidráulicos para a geração de energia elétrica requer, muitas vezes, a formação de grandes reservatórios e, conseqüentemente, a inundação de grandes áreas. Na maioria dos casos, trata-se de áreas produtivas e/ou de grande diversidade biológica, o que exige, previamente, a realocação de grandes

²⁰ Disponível em: <http://www.abeama.org.br/>.

contingentes de pessoas e animais silvestres. Dois exemplos internacionais de graves problemas decorrentes de empreendimentos hidrelétricos são Akossombo (Gana) e Assuan (Egito). Além de alterações de ordem hídrica e biológica, esses projetos provocaram o aumento da prevalência da esquistossomose mansônica, que em ambos os casos ultrapassou o índice de 70% da população local e circunvizinha, entre outros transtornos de ordem cultural, econômica e social. Há também os perigos de rompimento de barragens e outros acidentes correlatos, que podem causar problemas de diversas ordens e dimensões. É importante ressaltar, porém, que esses e outros impactos indesejáveis não são entraves absolutos à exploração dos potenciais remanescentes. Primeiramente, porque os maiores aproveitamentos já foram realizados. Em segundo lugar, porque esses impactos podem ser evitados ou devidamente mitigados com estudos prévios (geológicos, hidrológicos e socioambientais), exigidos pelo poder concedente e pelos órgãos legislativos (ANEEL, 2005).

Atualmente a potência instalada é de 1.672,84MW em 280 empreendimentos de PCH. A nova fronteira desta tecnologia é a região Centro-Oeste, anteriormente a região Sudeste. Para todo o Brasil tem-se identificado um potencial da ordem de 15.000 MW em aproximadamente 3.000 aproveitamentos de 1 a 30 MW (PD 2006/15). O custo de geração é da ordem de R\$ 135/ MWh, a depender as condições financeiras do projeto. No PROINFA serão acrescentados 1191 MW, perfazendo 63 empreendimentos. Segundo dados da ANEEL, existem: 60 empreendimentos autorizados e em construção, perfazendo um total de 1050,1 MW, e 203 projetos autorizados e não iniciados, perfazendo um total de 2.962 MW. Hoje você tem 4.021 MW de projetos de PCH, sendo 1191 MW já contratados no PROINFA e 216,9 MW viabilizados pelos leilões realizados em 2006 ou contratos com consumidores livres. Com autorização e sem contratos hoje têm 2.735, 8 MW de projetos candidatos potenciais ao leilão, representando 190 MW (MME, 2007).

6.2.2 Biomassa

As fontes orgânicas que são usadas para produzir energia a partir de processos como a combustão de matéria orgânica produzida e acumulada em um ecossistema são chamadas de biomassa. Biogás, ou biocombustível gasoso, é obtido a partir da degradação

biológica anaeróbia da matéria orgânica contida nos resíduos como efluentes agropecuários, agroindustriais e urbanos, obtendo-se uma mistura gasosa de metano e dióxido de carbono (biogás), aproveitando o seu potencial energético através da queima para obtenção de energia térmica ou elétrica. Os biocombustíveis líquidos (biodiesel, etanol, metanol) podem ser utilizados na substituição total ou parcial, como combustíveis para veículos motorizados. No entanto existem algumas desvantagens ainda não ultrapassadas na produção deste tipo de biocombustível²¹:

- A queima da palha do canavial, que visa o aumento da produtividade, redução de custos de transporte tem conseqüências para o ambiente, ao libertar gás CO₂, ozônio, gases de nitrogênio e de enxofre (responsáveis pelas chuvas ácidas);
- A produção de efluentes do processo industrial da cana-de-açúcar, os quais devem ser tratados e se possível reaproveitados na forma de fertilizantes.

Do ponto de vista energético, biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Assim como a energia hidráulica e outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar. A energia solar é convertida em energia química, através da fotossíntese, base dos processos biológicos de todos os seres vivos. A quantidade de biomassa existente na terra é da ordem de dois trilhões de toneladas; o que significa cerca de 400 toneladas per capita (ANEEL, 2005).

Do ponto de vista técnico-econômico, os principais entraves ao maior uso da biomassa na geração de energia elétrica são a baixa eficiência termodinâmica das plantas e os custos relativamente altos de produção e transporte. De um modo mais genérico, incluindo aspectos socioambientais, verifica-se a necessidade de maior gerenciamento do uso e ocupação do solo, devido à falta de regularidade no suprimento (sazonalidades da produção), criação de monoculturas, perda de biodiversidade, uso intensivo de defensivos agrícolas etc. Esses entraves tendem a ser contornados, a médio e longo prazos, pelo desenvolvimento, aplicação e aprimoramento de novas e eficientes tecnologias de conversão energética da biomassa e por meio dos incentivos instituídos pelas políticas do setor elétrico. Uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência reduzida, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por intermédio da combustão em

²¹ Disponível em: <http://www.abeama.org.br/>.

fornos, caldeiras etc. Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos socioambientais, tem-se desenvolvido e aperfeiçoado tecnologias de conversão mais eficientes. Além de ambientalmente favorável, o aproveitamento energético e racional da biomassa tende a promover o desenvolvimento de regiões menos favorecidas economicamente, por meio da criação de empregos e da geração de receita, reduzindo o problema do êxodo rural e a dependência externa de energia, em função da sua disponibilidade local. Atualmente, a biomassa vem sendo cada vez mais utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração e no suprimento de eletricidade para demandas isoladas da rede elétrica (ANEEL, 2005).

O aproveitamento do bagaço como combustível é competitivo com as demais opções térmicas do sistema. Valores adicionais de geração elétrica por bagaço de cana da ordem de 6.400 MW até 2030. No caso dos segmentos madeireiro e arrozeiro, embora o potencial identificado seja de pequena importância do ponto de vista nacional, é preciso ter clareza que o mesmo é de grande relevância nas regiões nas quais os mesmos existem. Estima-se um potência de 1.300 MW nesses 2 segmentos. O custo de geração com resíduos de arroz está em torno de R\$ 117/MWh e o de madeira R\$ 114/ MWh. O potencial de geração de energia elétrica varia entre 1 e 3 GW, que pode incluir a conservação decorrente da reciclagem e atingir a faixa de 2 a 4 GW. Estima-se que o custo de geração está em torno de R\$ 191/ MWh (MME, 2007).

6.2.3 Energia Solar

A Energia Solar Fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico). Energia abundante e renovável, não polui e nem prejudica o ecossistema. O efeito fotovoltaico é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz²². Quase todas as fontes de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode

²² Disponível em: <http://www.abeama.org.br/>.

ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (ANEEL, 2005). A energia solar soma características positivas para o sistema ambiental, pois o Sol atua como um imenso reator à fusão, irradia na terra todos os dias um potencial extremamente elevado e incomparável a outros sistemas de energia, sendo fonte para as demais.

O Brasil, além de possuir um grande potencial de geração de energia solar fotovoltaica, também possui regiões onde esta tecnologia é a solução mais adequada (técnica e economicamente), devido ao baixo consumo local, à grande dispersão dos usuários, dificuldade de acesso e restrições ambientais. Nas comunidades isoladas, painéis solares fotovoltaicos podem ser usados de forma individual, quando distante da rede elétrica, ou de forma híbrida, visando economizar Diesel. Também, existem testes de sistemas híbridos solar-eólico, não necessitando de geração diesel (MME, 2007).

Uma das restrições técnicas à difusão de projetos de aproveitamento de energia solar é a baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia, o que torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia em quantidade suficiente para que o empreendimento se torne economicamente viável. Comparada, contudo, a outras fontes, como a energia hidráulica, por exemplo, que muitas vezes requer grandes áreas inundadas, observa-se que a limitação de espaço não é tão restritiva ao aproveitamento da energia solar (ANEEL, 2005).

Hoje, o custo de instalação de um sistema de 160 Wp (watt pico), é da ordem de R\$ 5.800,00 (cinco mil e oitocentos reais). No país, o fator de capacidade médio dessa fonte é de 20%, o que equivale a 5 kWh/m²/dia. Dentro de 10 anos espera-se uma redução de 50% nos custos de instalação. Aproximadamente 5 MWp já foram instalados em 6.000 sistemas, os quais deverão ser totalmente revitalizados até dezembro de 2006. Outros novos 3.000 sistemas já foram instalados, no Estado da Bahia, perfazendo 3,6 MWp (MME, 2007).

6.2.4 Comparação das Fontes

Tipo de Energia	Vantagens	Desvantagens	Custo
Eólica	Recurso Renovável. Não existe nenhum tipo de liberação de poluentes. Não existe a necessidade de retirada dos animais. Outras atividades econômicas em paralelo. Atração de turistas e estudiosos. Grande potencial eólico brasileiro. Criação de novos postos de emprego. Dispensa transporte e ou processamento de combustível.	Ocupação de grandes terrenos e paisagens, em parques eólicos. Emissão de ruído. Impacto visual. Interferência eletromagnética. Pássaros atingidos por pás em rotação.	Grandes estruturas possuem custo elevado. O custo de pequenos aerogeradores vem baixando nos últimos anos.
Hidrelétrica e PCH	Recurso Renovável. Aproveita o fluxo natural de um rio ou riacho, sem acometer um grave desequilíbrio para a fauna e para a flora do local no caso das PCH. Atendimento das demandas industriais, agrícolas, comerciais e de serviços. Integração e desenvolvimento de regiões distantes dos grandes centros urbanos e industriais.	Para usinas hidrelétricas é necessária a formação de grandes reservatórios e, conseqüentemente, a inundação de grandes áreas. Há também os perigos de rompimento de barragens e outros acidentes correlatos.	Alto custo de instalação de uma hidrelétrica. As PCH tem custo de implementação e manutenção bem inferiores.
Biomassa	Recurso Renovável. Seu aproveitamento por intermédio da combustão em fornos, caldeiras e outros. Criação de empregos e da geração de receita, reduzindo o problema do êxodo rural e a dependência externa de energia. Não emite dióxido de enxofre. Cinzas menos agressivas.	Baixo poder calorífico. Maior possibilidade de geração de material particulado para atmosfera. Necessários equipamentos para a remoção de material particulado. Dificuldade no estoque e armazenamento.	Baixo custo de aquisição.
Solar	Recurso Renovável. Abundante. Não polui e nem prejudica o ecossistema. Grande potencial de geração de energia solar brasileira.	Baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia. Grandes áreas para a captação de energia.	Custo elevado, que vem reduzindo nos últimos anos.

Quadro 1 - Comparativo das Fontes alternativas de energia

6.3 RESTRIÇÕES DA IMPLANTAÇÃO DE AEROGERADORES

Existem diversas restrições quanto à colocação de aerogeradores e todas estas devem estar previstas no projeto de implantação. A principal restrição está no vento: se não há vento, não há geração de energia. Devido aos elevados custos para a realização de um estudo do potencial eólico de cada local especificamente onde se pretenda instalar um aerogerador, as análises são baseadas em informações macro, como a verificação do potencial eólico da região como um todo, através da consulta de um mapa eólico e a análise visual do local identificando locais onde não haja grandes barreiras para o vento. O importante é a constância do vento na região. O ideal seria uma velocidade média acima de 6 m/s.

Além dos ventos, uma importante consideração que deve ser feita no momento da instalação de aerogeradores, é o que estará ao redor dos aerogeradores. A escolha do local da instalação é um fator determinante para o resultado que será obtido com a sua operação. A colocação de aerogeradores em áreas urbanas é dificultada pela presença de obstáculos como infra-estruturas residenciais e comerciais, grandes prédios, ruas, locais arborizados que impedem os aerogeradores de funcionarem da melhor maneira possível. Obstáculos a passagem do vento e obstáculos para a rotação das hélices podem acarretar no funcionamento inadequado e aquém do esperado no projeto de instalação.

Outra questão importante é comportamento das turbulências locais. Ao contrário das maiores altitudes onde o vento segue um padrão de intensidade e direção relativamente constantes, nas baixas altitudes os obstáculos provocam movimentos desordenados, e estes se agravam à medida que aumenta a velocidade. Em ventos de elevada turbulência o aerogerador tem prejudicada a sua geração de energia, sendo comum recomendar-se a instalação do captador eólico no mínimo 7 metros acima de qualquer obstáculo situado em um raio de 100 metros. A colocação de aerogeradores sobre prédios e casas ainda é incipiente. Não existem muitos estudos sobre o impacto da vibração na estrutura destes. Não é em qualquer estrutura que se pode implantar, mas existem muitas que possibilitam essa colocação.

Deve-se considerar o ruído do aerogerador, principalmente se colocado em áreas residências, em que se tem restrição a barulhos intensos. Ruídos acima de 85 decibéis são considerados índices de poluição sonora. Além disso, se uma pessoa for exposta a ruídos acima deste índice, por mais de oito horas seguidas, estes ruído podem ser danosos aos ouvidos. Já nas áreas comerciais e industriais, não teria problemas quanto a isso, pois já existe uma poluição sonora natural destas atividades e um horário específico para contato das pessoas com estes locais.

A energia eólica não deve ser utilizada sozinha, deve-se ter uma energia alternativa a essa para o uso. Deve-se fazer contato com a concessionária de energia elétrica do local onde será instalado o aerogerador, a fim de verificar as restrições e exigências de colocação. Não existem restrições especificadas em leis ou estatutos ainda das concessionárias de energia. Hoje ainda são estudados caso a caso.

Uma exigência básica para a instalação de aerogeradores é o licenciamento ambiental. O interessado em realizar a instalação deve-se dirigir ao órgão ambiental responsável. No Estado do Rio Grande do Sul este órgão é a FEPAM. Para a instalação de parques existe um termo de referência para elaboração de relatório ambiental simplificado para parques de energia eólica²³. Este termo é focado em implantação de parques eólicos. O relatório ambiental simplificado para parques eólicos incluirá uma descrição do projeto e suas possíveis alternativas tecnológicas e locacionais, uma caracterização ambiental, uma descrição qualitativa e quantitativa dos possíveis impactos e uma proposta de medidas mitigatórias e compensatórias para cada impacto. Na descrição do projeto deve constar:

1. Apresentação do projeto, justificativas e contexto ambiental e regional em que se insere;
2. Tecnologia e porte do empreendimento:
 - Marca, tipo e especificações técnicas. Apresentar as possíveis alternativas tecnológicas, considerando aspectos como: ruído, velocidade de rotação das pás, sinalização aérea, tipos de rede de transmissão, e outros;
 - Magnitude da área utilizada; faixa de domínio; tipo, número e organização espacial dos aerogeradores (*layout*). Apresentar as possíveis alternativas, suas vantagens e desvantagens em relação ao projeto;

²³ O termo encontra-se em anexo. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/>.

- Formato, cores e material de que serão feitas as torres e seus componentes. Discutir as possíveis alternativas, suas vantagens e desvantagens;
- Tipo e dimensão das fundações / bases, plataformas de montagem, edifício de comando, linhas / rede de transmissão e demais instalações necessárias;
- Mecanismos de proteção e/ou segurança contra acidentes.

Para instalação de pequenas estruturas também deve ser consultado o órgão de ambiental da região, mesmo não tendo que apresentar o relatório completo, grande parte dos itens deve ser cumprido, tal como a análise da localidade, para a obtenção da licença de instalação. O valor pago pela licença varia de acordo com as especificações de cada projeto e seu porte²⁴.

No caso de se instalar um aerogerador em um imóvel que está sendo construído, no momento de solicitar o habite-se, deve constar que no imóvel foi instalado um aerogerador. A certidão de habite-se é um documento que atesta que o imóvel foi construído seguindo-se as exigências e a legislação local, estabelecidas pela Prefeitura para aprovação de projetos. O habite-se é solicitado junto a SMOV (Secretaria Municipal de Obras e Viação)²⁵. No caso do imóvel já possuir habite-se e já estiver sendo utilizado, deve-se entrar novamente na SMOV com uma solicitação de complementação do projeto do imóvel.

6.4 VIABILIDADE FINANCEIRA E O TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Foi realizada uma pesquisa de mercado para identificação de empresas que revendessem estruturas de aerogeradores. Dentre as que retornaram as pesquisas estão a Eólica Rio, a Conipost e a Wobben. Além disso, verificou-se que existem ofertas de pequenos aerogeradores em sites de busca como o Mercado Livre, onde se foram dois exemplos foram retirados para análise²⁶.

²⁴ Tabela de preços em anexo.

²⁵ Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov/smov>.

²⁶ As propostas completas encontram-se nos anexos para consulta.

Dentre estas, a Eólica Rio e a Wobben foram as que apresentaram que inicialmente deve ser realizado um projeto de análise de ambiente, antes da colocação dos aerogeradores. A Wobben, contudo, apresenta um projeto para instalação de grandes estruturas, utilizando o exemplo do Parque Eólico de Osório. As grandes estruturas de parque não são o foco deste trabalho, pois possuem custos de instalação de maiores proporções, sendo assim, a análise de viabilidade econômica desta foi descartada. A Eólica Rio fez uma proposta onde dois modelos foram apresentados, ambos de pequeno porte. A Conipost apresentou uma proposta com três opções de orçamento de aerogeradores de pequeno porte.

Assim como foi identificada em entrevista com especialista da área, as propostas das duas primeiras empresas informavam que inicialmente deve ser realizado um projeto de estudo dos ventos, sua média anual e consulta de mapas de média anual de ventos existentes. A Wobben, por ser tratar de uma empresa que trabalha com parques eólicos, informou que se deve medir o potencial eólico dos locais de implantação, verificar a topografia e vegetação, realizar estudos de solos, a fim de verificar a resistência a cargas e a influência ao lençol freático, e principalmente, verificar a infra-estrutura de abastecimento local já existente.

Conforme observado, as estruturas de energia eólica não devem ser instaladas em qualquer local. Existem restrições ambientais que devem ser observadas antes da instalação de aerogeradores. A avaliação precisa do potencial de vento em uma região é o primeiro e fundamental passo para o aproveitamento do recurso eólico como fonte de energia. Para a avaliação do potencial eólico de uma região, faz-se necessária a coleta de dados de vento com precisão e qualidade. O ideal é que seja realizado um projeto de análise completa do ambiente em grandes estruturas, e em pequenas e médias estruturas, no mínimo seja realizado um estudo dos ventos e do local. Sem uma análise adequada dos ventos e da localização da instalação, a instalação de aerogeradores pode acontecer em um local não propício, o que acarretará no insucesso da produção de energia, em algum impacto ao ambiente, e conseqüentemente, não trazer retorno ao investimento.

Dentre as propostas que serão analisadas financeiramente estão os dois equipamentos da Eólica Rio, os três equipamentos da Conipost e os dois exemplos localizados no Mercado Livre. Foram realizados cálculos de potência nominal utilizando-se como base a proposta da empresa Eólica Rio, única que informou este dado. Como este

dado se fez relevante e é um fator de capacidade normalmente utilizado nos cálculo de produção de energia, foi utilizado como padrão o fator de capacidade 0,25.

O valor cobrado pela CEEE altera mensalmente, pois existe variação de ICMS cobrado sobre a energia elétrica. Existe uma tabela em anexo, válida até outubro de 2008, em que consta o valor fixo que sofre as variações de ICMS. Além disso, existe variação entre cobranças residenciais, industriais, comerciais e rurais. O valor utilizado para os cálculo de retorno do investimento foi o valor cobrado pela CEEE no mês de outubro de 2008, referente ao gasto do mês de setembro, para residências, no valor de R\$ 0,4245925.

Devem ser consideradas todas as características do ambiente, a capacidade de cada equipamento e a utilidade antes de escolher um equipamento. Se for considerado somente o tempo de retorno, sua utilização pode não ser bem sucedida e o tempo de retorno não ser o esperado. O mínimo de média de ventos para a colocação de um aerogerador é de 6 m/s. Para os cálculos abaixo será considerado que no mínimo essa será a média de ventos constantes no local onde se colocariam os aerogeradores abaixo. Portanto, será utilizada a quantidade de 720 horas mês (24 horas por 30 dias mês).

6.4.1 Equipamento GERAR246

A proposta oferece dentre o valor cobrados os seguintes itens abaixo para uma estimativa para produção de 180 kWh/Mês:

Tabela 2 - Itens incluídos na proposta Gerar246

ITENS - Gerar246	QTD	PREÇO UNIT	TOTAL
Aerogerador 1000W – controlador de carga.	1	R\$ 5.990,00	R\$ 5.990,00
Kit torre	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Inversor 1100W – Conexão de Rede (Grid Tie)	1	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
Tubo Din 2440 - 3”	2	R\$ 400,00	R\$ 800,00
Outros – cabos elétricos, etc... (Comércio Local)	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
Frete (média)	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
		Total	R\$ 16.490,00

Características Técnicas do Aerogerador Gerar246: Diâmetro da hélice de 2,46 m; Potência a 12 m/s de 1000 Watt; 3 pás; pás torcida (5 aerofólios); Velocidade de partida de 2,2 m/s; Tensão de saída de 24/48 volts; Topologia Fluxo Axial; Peso total de 32 Kg.

Uma Turbina Eólica modelo Gerar246 de 1000 W fornecerá de forma contínua no máximo 25% de sua potência nominal, ou seja, o fator de capacidade é de 0,25, a potência nominal é de 250 W. Com este dado podemos então multiplicar 250 W pelas 720 horas do mês para chegarmos a 180 kWh/mês que é a produção estimada mensal deste Aerogerador de 1000 W em locais com média de vento anual acima de 6m/s.

O custo total para a instalação da turbina Gerar246 é de R\$ 16.490,00. A depreciação deste equipamento, de acordo com os padrões de depreciação²⁷, é de 10 anos, sendo 10% ao ano, ao valor de R\$ 1.649,00.

A um valor total de R\$ 16.490,00, o equipamento produz 180 kWh/mês, em um ano (multiplica-se a produção mensal por 12) produz 2160 kWh/ano. Dividindo-se o valor de R\$ 16.490,00 pela produção anual de 2160 kWh, tem-se o valor do kWh igual a R\$ 7,6342593. O gasto mensal para 180 kWh/mês é de R\$ 1.374,17. O valor base de referência de kWh utilizado é o valor praticado para cobrança residencial pela CEEE de R\$ 0,4245925.

Cálculo:

$$\text{Preço} = \text{R\$ } 16.490,00$$

$$1.000 \text{ W} \times 0,25 = 250 \text{ W}$$

$$250 \text{ W} \times 720\text{h} = 180 \text{ kWh/mês} \times 12 = 2.160 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 16.490,00 / 2.160 \text{ kWh/ano} = \text{R\$ } 7,6342593 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 7,6342593 \text{ kWh/ano} / \text{R\$ } 0,4245925 \text{ kWh} = 17,98 \text{ anos}$$

O gasto mensal para a utilização de 180 kWh/mês de energia convencional é de R\$ 76,43. Em uma comparação entre o valor do equipamento em kWh/ano, R\$ 7,6342593 dividido pelo valor referência do kWh da CEEE, R\$ 0,4245925, tem-se o valor aproximado de 18 anos (17,98 anos) para que o investimento comece a ter retorno financeiro. No caso deste equipamento, o tempo de retorno é elevado, para a produção oferecida.

²⁷ Disponível em: <http://www.ufpb.br/~nca/depreciacao.html>

6.4.2 Equipamento VERNE555

A proposta oferece dentre o valor cobrados os seguintes itens abaixo para uma estimativa para produção de 1.080 kWh/Mês:

Tabela 3 - Itens incluídos na proposta VERNE555

Aerogerador 6000w + controlador de carga.	QTD	PREÇO UNIT	TOTAL
Aerogerador 6000w + controlador de carga.	1	R\$ 29.500,00	R\$ 29.500,00
Cabo Elétrico Trifásico pp 6mm, para ligações.	+ - 60m	R\$ 16,00	R\$ 960,00
Tubo Preto 6" Din 2440 + Flanges, parafusos, solda(torre)	1	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00
Tubo Preto 3" Din 2440	2	R\$ 400,00	R\$ 800,00
Inversor de Conexão em Rede – 6.000w	1	R\$ 16.000,00	R\$ 16.000,00
Transportadora	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
		Total	R\$ 55.760,00

Características Técnicas do Aerogerador Verne555: Diâmetro da hélice de 5,55 m; Potência a 12 m/s de 6000 Watt; 3 pás; pás torcida (5 aerofólios); Velocidade de partida de 2,2 m/s; Tensão de saída de 120 volts; Topologia de Fluxo Axial; Peso total de 160Kg.

Uma Turbina Eólica modelo Verne555 de 6000 W fornecerá de forma contínua no máximo 25% de sua potência nominal, ou seja, o fator de capacidade é de 0,25, a potência nominal é de 1.500 W. Com este dado podemos então multiplicar 1.500 W pelas 720 horas do mês para chegarmos a 1.080 kWh/mês que é a produção estimada mensal deste Aerogerador de 6000 W em locais com média de vento anual acima de 6m/s.

O custo total para a instalação da turbina Verne555 é de R\$ 55.760,00. A depreciação deste equipamento, de acordo com os padrões de depreciação²⁸, é de 10 anos, sendo 10% ao ano, ao valor de R\$ 5.576,00.

A um valor total de R\$ 55.760,00, o equipamento produz 1.080 kWh/mês, em um ano (multiplica-se a produção mensal por 12) produz 12.960 kWh/ano. Dividindo-se o valor de R\$ 55.760,00 pela produção anual de 12.960 kWh, tem-se o valor do kWh igual a R\$ 4,3024691. O gasto mensal para 1.080 kWh/mês é de R\$ 4.646,67. O valor base de referência de kWh utilizado é o valor praticado para cobrança residencial pela CEEE de R\$ 0,4245925.

²⁸ Disponível em: <http://www.ufpb.br/~nca/depreciacao.html>

Cálculo:

Preço = R\$ 55.760,00

$6.000 \text{ W} \times 0,25 = 1.500 \text{ W}$

$1.500 \text{ W} \times 720\text{h} = 1.080 \text{ kWh/mês} \times 12 = 12.960 \text{ kWh/ano}$

$\text{R\$ } 55.760,00 / 12.960 \text{ kWh/ano} = \text{R\$ } 4,3024691 \text{ kWh/ano}$

$\text{R\$ } 4,3024691 \text{ kWh/ano} / \text{R\$ } 0,4245925 \text{ kWh} = 10,13 \text{ anos}$

O gasto mensal para a utilização de 1.080 KWH/mês de energia convencional é de R\$ 458,55. Em uma comparação entre o valor do equipamento em kWh/ano, de R\$ 4,3024691 dividido pelo valor referência da CEEE, R\$ 0,4245925, tem-se o valor aproximado de 10 anos (10,13 anos) para que o investimento comece a ter retorno financeiro. Este retorno ainda é elevado, mesmo o tempo de retorno sendo 56% menor do que o anterior e a produção sendo 500% maior do que o equipamento anterior.

6.4.3 Equipamento Conipost 16010.01.GEO/BJG

A proposta oferece dentre o valor cobrados os seguintes itens abaixo para uma estimativa para produção de 342 kWh/mês:

Modelo Skystream 3.7 com capacidade de produção de 1.9 kW contínua e picos de 2,6 kW. Como não foi repassado o fator de capacidade, será utilizado o mesmo das estruturas anteriores a fim de comparação dos cálculos, fator de 0,25, em que a potência nominal é 475 W. Preço Unitário: R\$ 2.900,00.

Torre de aço, cônica contínua, seção circular, para instalação de gerador de energia eólica, 10.200mm de altura com base e chumbadores (conforme desenho Skystream 3.7” 33.5 ft (10.2 m) Monopole Tower). Fabricada em chapa de aço carbono de alta resistência mecânica ASTM A-36, em uma única peça com solda longitudinal, sem soldas transversais no corpo da mesma. O diâmetro no topo é de 156,70mm e na base 268,00mm com

conicidade constante. A torre é fornecido com um flange no topo para instalação do gerador, um flange de base com 8 furos.

O custo total para a instalação da turbina Conipost 16010.01.GEO/BJG é de R\$ 2.900,00. A depreciação deste equipamento, de acordo com os padrões de depreciação²⁹, é de 10 anos, sendo 10% ao ano, ao valor de R\$ 290,00.

A um valor total de R\$ 2.900,00, o equipamento produz 342 kWh/mês, em um ano (multiplica-se a produção mensal por 12) produz 4.104 kWh/ano. Dividindo-se o valor de R\$ 2.900,00 pela produção anual de 4.104 kWh, tem-se o valor do kWh igual a R\$ 0,7066277. O gasto mensal para 342 kWh/mês é de R\$ 241,67. O valor base de referência de kWh utilizado é o valor praticado para cobrança residencial pela CEEE de R\$ 0,4245925.

Cálculo:

$$\text{Preço} = \text{R\$ } 2.900,00$$

$$1.900 \text{ W} \times 0,25 = 475 \text{ W}$$

$$475 \text{ W} \times 720\text{h} = 342 \text{ kWh/mês} \times 12 = 4.104 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 2.900,00 / 4.104 \text{ kWh/ano} = \text{R\$ } 0,7066277 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 0,7066277 \text{ kWh/ano} / \text{R\$ } 0,4245925 \text{ kWh} = 1,66 \text{ anos}$$

O gasto mensal para utilização de 342 kWh/mês de energia convencional é de R\$ 145,21. Em uma comparação entre o valor do equipamento em kWh/ano, de R\$ 0,7066277 dividido pelo valor referência da CEEE, de R\$ 0,4245925, tem-se o valor aproximado de um ano e meio (1,66 ano) para que o investimento comece a ter retorno financeiro. O tempo de retorno deste equipamento é bastante acessível para a potência oferecida em comparação com os demais equipamentos oferecidos pelo mercado. Um investimento com retorno de um pouco mais de um ano e meio, economicamente, é um investimento viável de ser realizado. Em relação ao primeiro equipamento, a produção é maior em 90% e o período é 91% menor.

²⁹ Disponível em: <http://www.ufpb.br/~nca/depreciacao.html>

6.4.4 Equipamento Conipost 16013.01.GEO/BJG

A proposta oferece dentre o valor cobrados os seguintes itens abaixo para uma estimativa para produção de 342 kWh/Mês:

Torre de aço, cônica contínua, seção poligonal, para instalação de gerador de energia eólica, 13.700mm de altura com base e chumbadores (conforme desenho Skystream 3.7” 45 ft (13.7m) Monopole Tower). Fabricada em chapa de aço carbono de alta resistência mecânica ASTM A-36, em duas seções, para serem unidas entre si pelo sistema telescópico a pressão (*Slip-Joint*). Cada seção possui uma solda longitudinal, sem soldas transversais no corpo das mesmas. O diâmetro no topo é de 156,70mm e na base 316,70mm com conicidade constante. A torre é fornecido com um flange no topo para instalação do gerador, um flange de base com 8 furos.

Modelo Skystream 3.7 com capacidade de produção de 1.9 kW contínua e picos de 2,6 kW. Como não foi repassado o fator de capacidade, será utilizado o mesmo das estruturas anteriores a fim de comparação dos cálculos, fator de 0,25, em que a potência nominal é 475 W. Preço Unitário: R\$ 5.049,00.

O custo total para a instalação da turbina Conipost 16013.01.GEO/BJG é de R\$ 5.049,00. A depreciação deste equipamento, de acordo com os padrões de depreciação³⁰, é de 10 anos, sendo 10% ao ano, ao valor de R\$ 504,90.

A um valor total de R\$ 5.049,00, o equipamento produz 342 kWh/mês, em um ano (multiplica-se a produção mensal por 12) produz 4.104 kWh/ano. Dividindo-se o valor de R\$ 5.049,00 pela produção anual de 4.104 kWh, tem-se o valor do kWh igual a R\$ 1,2302632. O gasto mensal para 342 kWh/mês é de R\$ 420,75. O valor base de referência de kWh utilizado é o valor praticado para cobrança residencial pela CEEE de R\$ 0,4245925.

Cálculo:

Preço = R\$ 5.049,00

$1.900 \text{ W} \times 0,25 = 475 \text{ W}$

$475 \text{ W} \times 720\text{h} = 342 \text{ kWh/mês} \times 12 = 4.104 \text{ kWh/ano}$

³⁰ Disponível em: <http://www.ufpb.br/~nca/depreciacao.html>

$$\text{R\$ } 5.049,00 / 4.104 \text{ kWh/ano} = \text{R\$ } 1,2302632 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 1,2302632 \text{ kWh/ano} / \text{R\$ } 0,4245925 \text{ kWh} = 2,8975 \text{ anos}$$

O gasto mensal para 342 KWH/mês convencional é de R\$ 145,21. Em uma comparação entre o valor do equipamento em kWh/ano, R\$ 1,2302632 dividido pelo valor referência da CEEE, de R\$ 0,4245925, tem-se o valor de aproximadamente 3 anos (2,9 anos) para que o investimento comece a ter retorno financeiro. Em relação ao equipamento anterior, a produção é igual, mas por ter algumas diferenciações no equipamento, principalmente em relação à altura do poste, o valor é maior, e o período de retorno é de 75% maior.

6.4.5 Equipamento Conipost 16018.01.GEO/BJG

A proposta oferece dentre o valor cobrados os seguintes itens abaixo para uma estimativa para produção de 342 kWh/Mês:

Torre de aço, cônica contínua, seção poligonal, para instalação de gerador de energia eólica, 18.300mm de altura com base e chumbadores (conforme desenho Skystream 3.7” 60 ft (18.3M) Monopole Tower). Fabricada em chapa de aço carbono de alta resistência mecânica ASTM A-36, em duas seções, para serem unidas entre si pelo sistema telescópico a pressão (*Slip-Joint*). Cada seção possui uma solda longitudinal, sem soldas transversais no corpo das mesmas. O diâmetro no topo é de 156,70mm e na base 360,90mm com conicidade constante. A torre é fornecido com um flange no topo para instalação do gerador, um flange de base com 8 furos.

Modelo Skystream 3.7 com capacidade de produção de 1.9 kW contínua e picos de 2,6 kW. Como não foi repassado o fator de capacidade, será utilizado o mesmo das estruturas anteriores a fim de comparação dos cálculos, fator de 0,25, em que a potência nominal é 475 W. Preço Unitário: R\$ 7.135,00.

O custo total para a instalação da turbina Conipost 16013.01.GEO/BJG é de R\$ 7.135,00. A depreciação deste equipamento, de acordo com os padrões de depreciação³¹, é de 10 anos, sendo 10% ao ano, ao valor de R\$ 713,50.

A um valor total de R\$ 7.135,00, o equipamento produz 342 kWh/mês, em um ano (multiplica-se a produção mensal por 12) produz 4.104 kWh/ano. Dividindo-se o valor de R\$ 7.135,00 pela produção anual de 4.104 kWh, tem-se o valor do kWh igual a R\$ 1,7385478. O gasto mensal para 342 kWh/mês é de R\$ 594,58. O valor base de referência de kWh utilizado é o valor praticado para cobrança residencial pela CEEE de R\$ 0,4245925.

Cálculo:

$$\text{Preço} = \text{R\$ } 7.135,00$$

$$1.900 \text{ W} \times 0,25 = 475 \text{ W}$$

$$475 \text{ W} \times 720\text{h} = 342 \text{ kWh/mês} \times 12 = 4.104 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 7.135,00 / 4.104 \text{ kWh/ano} = \text{R\$ } 1,7385478 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 1,7385478 \text{ kWh/ano} / \text{R\$ } 0,4245925 \text{ kWh} = 4,094 \text{ anos}$$

O gasto mensal para 342 KWH/mês convencional é de R\$ 145,21. Em uma comparação entre o valor do equipamento em kWh/ano, R\$ 1,7385478 dividido pelo valor referência da CEEE, de R\$ 0,4245925, tem-se o valor de pouco mais de quatro anos (4,1 anos) para que o investimento comece a ter retorno financeiro. Em relação ao equipamento anterior, a produção mantém-se igual, e o valor é maior em função das alterações de especificações do equipamento, e o período de retorno é de 41% maior.

6.4.6 Equipamento Aerogeradores Gerador de Energia pelo Vento - Hi-Techbrasil

A proposta oferece dentre o valor cobrados os seguintes itens abaixo para uma estimativa para produção de 180 kWh/Mês:

³¹ Disponível em: <http://www.ufpb.br/~nca/depreciacao.html>

Diâmetro das Hélices de 2,8m; Composta por 3 hélices; Velocidade mínima para produção de energia de 2.5 m/s; Velocidade média para produção de energia 9 m/s; Potência média do gerador de 1000 W; Potência máxima do gerador de 1500 W; Peso total de 52 kg. Incluído no sistema: turbina 1kW (turbina + hélices + calda); controlador de voltagem 1kw - 24 volts (controla a carga das baterias); inversor de corrente. Não está incluído no sistema: poste; baterias (quantidade depende do consumo- entre 4 e 6 de 200a para uma casa de médio porte); mão de obra de instalação.

A turbina da HI-TECHBRASIL com capacidade de produção de 1 kW. Como não foi repassado o fator de capacidade, será utilizado o mesmo das estruturas anteriores a fim de comparação dos cálculos, fator de 0,25, em que a potência nominal é 250 W. Preço Unitário: R\$ 4900,00.

O custo total para a instalação da turbina da HI-TECHBRASIL é de R\$ 4900,00. A depreciação deste equipamento, de acordo com os padrões de depreciação³², é de 10 anos, sendo 10% ao ano, ao valor de R\$ 490,00.

A um valor total de R\$ 4900,00, o equipamento produz 180 kWh/mês, em um ano (multiplica-se a produção mensal por 12) produz 2.160 kWh/ano. Dividindo-se o valor de R\$ 4900,00 pela produção anual de 2.160 kWh, tem-se o valor do kWh igual a R\$ 2,2685185. O gasto mensal para 180 kWh/mês é de R\$ 408,33. O valor base de referência de kWh utilizado é o valor praticado para cobrança residencial pela CEEE de R\$ 0,4245925.

Cálculo:

$$\text{Preço} = \text{R\$ } 4900,00$$

$$1.000 \text{ W} \times 0,25 = 250 \text{ W}$$

$$250 \text{ W} \times 720\text{h} = 180 \text{ kWh/mês} \times 12 = 2.160 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 4900,00 / 2.160 \text{ kWh/ano} = \text{R\$ } 2,2685185 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 2,2685185 \text{ kWh/ano} / \text{R\$ } 0,4245925 \text{ kWh} = 5,34 \text{ anos}$$

³² Disponível em: <http://www.ufpb.br/~nca/depreciacao.html>

O gasto mensal para 180 KWH/mês convencional é de R\$ 76,43. Em uma comparação entre o valor do equipamento em kWh/ano, R\$ 2,2685185 dividido pelo valor referência da CEEE, de R\$ 0,4245925, tem-se o valor de quase cinco anos e meio (5,34 ano) para que o investimento comece a ter retorno financeiro. Em relação ao primeiro equipamento, a produção é igual a este, mas o período de retorno do investimento é 70% menor.

6.4.7 Equipamento Air Breeze

A proposta oferece dentre o valor cobrados os seguintes itens abaixo para uma estimativa para produção de 38 kWh/Mês:

Diâmetro do rotor de 1,17m; Composta por 3 hélices; hélices com molde triplamente injetado; Velocidade mínima para produção de energia de 2.68 m/s; Velocidade limite para produção de energia 49,2 m/s; Peso total de 5,9 kg; microprocessador regulador interno inteligente com medidor de picos de energia como controlador da turbina; corpo de alumínio; controle eletrônico de torque.

A turbina AIR BREEZE já apresenta a capacidade de produção de 38 kWh/mês, sendo, portanto, desconsiderado o cálculo do fator de capacidade. Preço Unitário: R\$ 2290,00.

O custo total para a instalação da turbina AIR BREEZE é de R\$ 2290,00. A depreciação deste equipamento, de acordo com os padrões de depreciação³³, é de 10 anos, sendo 10% ao ano, ao valor de R\$ 229,00.

A um valor total de R\$ 2290,00, o equipamento produz 38 kWh/mês, em um ano (multiplica-se a produção mensal por 12) produz 456 kWh/ano. Dividindo-se o valor de R\$ 2290,00 pela produção anual de 456 kWh, tem-se o valor do kWh igual a R\$ 5,0219298. O gasto mensal para 38 kWh/mês é de R\$ 190,83. O valor base de referência de kWh utilizado é o valor praticado para cobrança residencial pela CEEE de R\$ 0,4245925.

³³ Disponível em: <http://www.ufpb.br/~nca/depreciacao.html>

Cálculo:

Preço = R\$ 2290,00

38 kWh/mês x 12 = 456 kWh/ano

R\$ 2290,00 / 456 kWh/ano = R\$ 5,0219298 kWh/ano

R\$ 5,0219298 kWh/ano / R\$ 0,4245925 kWh = 11,83 anos

O gasto mensal para 38 KWH/mês convencional é de R\$ 16,13. Em uma comparação entre o valor do equipamento em kWh/ano, R\$ 5,0219298 dividido pelo valor referência da CEEE, de R\$ 0,4245925, tem-se o valor de aproximadamente 12 anos (11,83 ano) para que o investimento comece a ter retorno financeiro. Este período de retorno é elevado pela produção oferecida. Dentre todos os equipamentos, é o que oferece a menor capacidade de produção e um preço elevado para o mercado. Comparado com o equipamento anterior, que possui a produção mais próxima, o retorno é de 121,5% superior e a produção de 79% menor.

6.4.8 Comparativo entre os Equipamentos

Segue abaixo um quadro resumo dos equipamentos que foram utilizados para o cálculo de retorno do investimento:

Tabela 4 - Quadro resumo dos equipamentos que foram orçados para análise

Equipamento	Tempo de Retorno	Capacidade	Viabilidade do investimento
Gerar246	18 anos	180 kWh/Mês	Baixa viabilidade
Verne555	10 anos	1.080 kWh/Mês	Média viabilidade
Conipost 16010.01.GEO/BJG	1,5 anos	342 kWh/Mês	Alta viabilidade
Conipost 16013.01.GEO/BJG	3 anos	342 kWh/Mês	Alta viabilidade
Conipost 16018.01.GEO/BJG	4 anos	342 kWh/Mês	Alta viabilidade
HI-TECHBRASIL	5,5 anos	180 kWh/Mês	Baixa viabilidade
AIR BREEZE	12 anos	38 kWh/Mês	Baixa viabilidade

Ao se realizar uma comparação entre os equipamentos que foram orçados, foi-se considerado principalmente o tempo de retorno do investimento. Quanto mais rápido se obtiver o retorno de um investimento, melhor economicamente para a empresa que realizar o investimento. Contudo, para esse tipo de investimento é muito importante considerar outras variáveis que se apresentam. As especificidades de cada equipamento devem ser observadas antes da aquisição.

Dentre os equipamentos analisados, o que apresentaram viabilidade foram Verne555, Conipost 16010.01.GEO/BJG, Conipost 16013.01.GEO/BJG, Conipost 16018.01.GEO/BJG. Os três últimos apresentam um baixo tempo de retorno para uma capacidade de 342 kWh/Mês. Essa capacidade é suficiente para manter uma casa de família ou uma área rural. O primeiro equipamento traz um retorno em um prazo mais elevado, contudo a sua produção mensal é de 1.080 kWh/Mês, mais de três vezes maior do que as demais estruturas. A viabilidade deste investimento dependerá do emprego deste. Em uma área residencial, o seu retorno seria muito demorado, contudo para uma área industrial, seu retorno médio, seria um investimento viável. Os demais apresentam tempo de retorno muito elevados pela capacidade oferecida.

Como já foi enfatizado anteriormente, antes da implantação de qualquer estrutura de aerogerador deve-se fazer um projeto, para estudar as condições do local, e ainda, fazer uma projeção de gastos médios a serem utilizados. Um equipamento será viável somente se cumprir os requisitos do projeto e for utilizado de forma adequada.

6.5 SIMULAÇÕES

Para uma melhor visualização do investimento a ser realizado, seguem abaixo simulações de utilização de aerogeradores para cobrir os gastos de uma área condominial em uma área nobre de Porto Alegre – RS, a utilização em área rural, sendo uma plantação de fumo na região de Dom Feliciano – RS e uma granja na cidade de Hulha Negra – RS, e um estabelecimento comercial de Porto Alegre (restaurante e confeitaria). Dos equipamentos que foram analisados, serão apresentados como opções na simulação somente os que apresentam uma alta ou média viabilidade financeira, sendo assim, descartados os que apresentaram um baixo retorno do investimento.

6.5.1 Condomínio Residencial British House – Porto Alegre

Do período de novembro de 2007 a outubro de 2008, os gastos de energia da área condominial foram de: novembro: 785 kWh/Mês, dezembro: 707 kWh/Mês, janeiro: 526 kWh/Mês, fevereiro: 637 kWh/Mês, março: 733 kWh/Mês, abril: 686 kWh/Mês, maio: 753 kWh/Mês, junho: 352 kWh/Mês, julho: 369 kWh/Mês, agosto: 404 kWh/Mês, setembro: 334 kWh/Mês, outubro: 397 kWh/Mês.

Na média deste período foram gastos 557 kWh/Mês. No caso deste condomínio, poderiam ser instalados dois aerogeradores de capacidade de produção de 342 kWh/Mês. O modelo iria variar de acordo com a localidade e dos ventos, que determinaria a altura do aerogerador. Esses dois aerogeradores em determinados meses iriam produzir a mais do que o necessário, podendo esse excesso ser utilizado pelos moradores, baixando o consumo destes de energia convencional. Nos meses em que o consumo excedesse a produção, a energia convencional poderia suprir essa demanda.

Em um condomínio com uma quantidade elevada de residências, esse investimento rateado entre todos não daria um grande impacto aos condôminos. Por exemplo, em um condomínio com 10 casas ou apartamentos, realizando a instalação de dois equipamentos Conipost 16010.01.GEO/BJG, o investimento seria de R\$ 5.800 dividido por 10, cada condômino pagaria R\$ 580 para instalar dois aerogeradores que manteriam a iluminação da área condominial.

6.5.2 Granja - Hulha Negra

Do período de novembro de 2007 a outubro de 2008, os gastos de energia da granja foram de: novembro: 751 kWh/Mês, dezembro: 1197 kWh/Mês, janeiro: 1136 kWh/Mês, fevereiro: 1155 kWh/Mês, março: 1004 kWh/Mês, abril: 949 kWh/Mês, maio: 1168 kWh/Mês, junho: 751 kWh/Mês, julho: 1297 kWh/Mês, agosto: 998 kWh/Mês, setembro: 1334 kWh/Mês, outubro: 858 kWh/Mês.

Na média deste período foram gastos 1.050 kWh/Mês. No caso desta granja poderia ser utilizado o equipamento com capacidade de 1.080 kWh/Mês. Este equipamento tem como valor do investimento R\$ 55.760,00. Contudo, em uma área rural as incidências de vento são bem maiores que em uma área urbana, pois quase não possuem obstáculos a passagem do vento, como prédios, infra-estrutura de ruas, parques arborizados e outros. Sendo assim, a instalação de três ou quatro aerogeradores com capacidade de produção de 342 kWh/Mês, de baixa altura, teriam um investimento muito menor, e com o retorno do investimento bem mais rápido. Por exemplo, três aerogeradores Conipost 16010.01.GEO/BJG, totalizariam um investimento de R\$ 8.700 reais, mantendo o tempo de retorno do investimento de pouco mais de um ano e meio, conforme vemos abaixo:

$$4.104 \text{ kWh/ano} \times 3 = 12.312 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 8.700,00 / 12.312 \text{ kWh/ano} = \text{R\$ } 0,7066277 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{R\$ } 0,7066277 \text{ kWh/ano} / \text{R\$ } 0,4245925 \text{ kWh} = 1,66 \text{ anos}$$

6.5.3 Plantação de Fumo - Dom Feliciano

Do período de novembro de 2007 a outubro de 2008, os gastos de energia da plantação de fumo foram de: novembro: 146 kWh/Mês, dezembro: 136 kWh/Mês, janeiro: 149 kWh/Mês, fevereiro: 130 kWh/Mês, março: 178 kWh/Mês, abril: 208 kWh/Mês, maio: 144 kWh/Mês, junho: 172 kWh/Mês, julho: 191 kWh/Mês, agosto: 194 kWh/Mês, setembro: 155 kWh/Mês, outubro: 186 kWh/Mês.

Na média deste período foram gastos 166 kWh/Mês. No caso da plantação de fumo a estrutura mais simples de todos cobriria os gastos e sobraria. Poderia ser orçado outro equipamento com capacidade inferior, ou ainda, dividir o excesso de energia com algum vizinho da região. O equipamento de 342 kWh/Mês é mais do que o dobro da produção de energia necessária.

6.5.4 Padaria, Confeitaria e Restaurante Dolce Novitá – Porto Alegre

Do período de novembro de 2007 a outubro de 2008, os gastos de energia do estabelecimento comercial foram de: novembro: 3938 kWh/Mês, dezembro: 4332 kWh/Mês, janeiro: 3860 kWh/Mês, fevereiro: 3734 kWh/Mês, março: 4439 kWh/Mês, 4397 kWh/Mês, abril: 5080 kWh/Mês, maio: 4304 kWh/Mês, junho: 4546 kWh/Mês, julho: 4782 kWh/Mês, agosto: 4494 kWh/Mês, setembro: 3984 kWh/Mês, outubro: 4307 kWh/Mês.

Na média deste período foram gastos 4.683 kWh/Mês. No caso deste estabelecimento comercial, os aerogeradores que foram orçados não produzem toda a energia necessária de consumo. Uma possibilidade seria utilizar um aerogerador para cobrir parte do consumo e o restante utilizarem a energia convencional. No caso de estabelecimentos de Porto Alegre e outras grandes cidades, não se tem espaço suficiente para a instalação de grandes estruturas de aerogeradores, ou ainda, a instalação vários pequenos aerogeradores.

Levando em consideração o ramo do estabelecimento, o investimento não pode ser muito elevado e o tempo de retorno deve ser baixo, principalmente em função da perspectiva de vida destes estabelecimentos de pequeno porte.

6.6 CASO REAL

As construções que apostam na preservação do meio ambiente atualmente estão crescendo no mundo todo. O Centro Empresarial batizado de Eolis, foi desenvolvido pelo escritório Axelrud Arquitetura & Assessoria em parceria com a Capa Engenharia, é pioneiro em uso de energia eólica em construções urbanas no Brasil. Este empreendimento foi inaugurado em novembro de 2006 e é um empreendimento com investimento de R\$ 12 milhões da Luiz Augusto Empreendimentos Imobiliários. A tecnologia utilizada no edifício foi implantada com a ajuda do NUTEMA – Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul em parceria

com a administradora Auxiliadora Predial, que analisou todos os impactos possíveis do empreendimento.



Figura 7 - Fachada do Centro Empresarial Eolis

Fonte: Foto coletada em 08 de novembro de 2008, por Ana Carolina Lourenzi Barbosa.

O Centro Empresarial Eolis, erguido na Avenida Carlos Gomes, número 1950, no bairro das Três Figueiras, em Porto Alegre (RS), composto por 12 andares, sendo o primeiro andar o hall de entrada e recepção, o segundo e o terceiro andares de garagem, oito andares de escritórios comerciais, e o último andar de acesso ao terraço onde fica instalado o aerogerador, numa área total de seis mil metros quadrados de arquitetura otimizada. Os conjuntos são modulares e propiciam uma fácil integração, pois possuem pavimentos livres, isentos de colunas, e permitem uma total flexibilidade no layout interno. Desde o início, o projeto deu ênfase aos estudos do tamanho e flexibilidade das unidades, à quantidade e sistema de operação dos estacionamentos, às condições de segurança, às características de racionalização da construção e de economia de energia.

O projeto iniciou com um levantamento do potencial eólico, através da instalação de uma torre anemométrica no topo de um prédio próximo ao terreno onde foi construído Centro Empresarial Eolis, a fim de registrar os dados de vento na região de instalação do aerogerador. O sistema contou com data logger para registro de dados de horários e análise de velocidades médias diárias e mensais. O tratamento destes dados possibilitou avaliar o potencial eólico da região, e assim realizar uma estimativa das contribuições da operação do gerador eólico. Estes dados de referência foram confrontados com informações do oitavo distrito de meteorologia de Porto Alegre, procurando-se identificar quais as tendências das velocidades médias e direção do vento. No topo do prédio as médias de velocidade do vento apresentam-se com valores em torno de 3,7 m/s, devido a fatores como topografia, altitude e interferência dos obstáculos.

No edifício foi instalado um gerador eólico de três quilowatts (3 kW), modelo Whisper 500, com 4,5 metros de diâmetro do rotor e que garante um mínimo de ruído. Acoplado ao gerador, há um retificador e inversor para injetar na rede elétrica do prédio corrente a 220/127 volts. O objetivo do empreendimento é garantir uma economia de energia, principalmente no horário de pico, entre as 18 e 21 horas. Segundo o engenheiro do projeto, nesse período, o preço que se paga à concessionária distribuidora de energia elétrica seria dez vezes maior que o normal. Em contrapartida, na região de Porto Alegre é justamente nesse horário que os ventos são mais frequentes.

Segundo o coordenador do projeto pela NUTEMA, Jorge Antônio Villar Alé, uma característica difere o edifício Eolis das demais construções que utilizam energia eólica, pois “os sistemas eólicos de pequeno porte instalados no Brasil não são conectados à rede elétrica, possuem uma rede separada com um banco de baterias, o que não acontece nesse caso” (A SEMANA C&T). Existe espaço físico disponível no topo do prédio para aumentar a produção de energia e continuam sendo desenvolvidos estudos visando instalar modelos experimentais de aerogeradores de eixo vertical no prédio.



Figura 8 - Topo do Centro Empresarial Eolis

Fonte: Foto coletada em 08 de novembro de 2008, por Ana Carolina Lourenzi Barbosa.

Levando-se em consideração as dimensões do edifício e o peso do aerogerador, as turbinas de eixo horizontal com geração na faixa de 1 kW a 6 kW com diâmetro variando de 3 a 5 metros são as mais adequadas às especificações do projeto. Foi fixado o aerogerador no topo do edifício, e a distância do terraço à turbina é de 6 metros de altura. Tanto na fixação da torre quanto das hastes, redutores de vibração e ruído foram analisados, verificando-se a carga suportada e frequência de isolamento. Estes amortecedores são essenciais na redução de ruídos e vibrações provocados pela rotação das pás da turbina e a ação do vento sobre esta e na torre. Redutores de ruídos e vibração de média frequência que são feitos de borracha são os mais adequados para este tipo de aplicação, visto que têm possibilidade de fixação superior e inferior e possuem capacidade de receber esforços nos três eixos, podendo suportar cargas de até 2.000 kg. A trepidação geraria ruído a toda estrutura do prédio e possivelmente poderia provocar danos ou rachaduras a esta.



Figura 9 - Aerogerador que se encontra instalado no topo do Centro Empresarial Eolis

Fonte: Foto coletada em 08 de novembro de 2008, por Ana Carolina Lourenzi Barbosa.

O custo do equipamento, que foi importado dos Estados Unidos, gira em torno de R\$ 40 mil, e a expectativa é que o retorno do investimento venha em no máximo cinco anos. Se as expectativas se concretizarem, existe a intenção de triplicar a produção de energia eólica no prédio. Em entrevista a Revista Infra, o senhor Christian Voelcker (2008), diretor de patrimônio da imobiliária Auxiliadora Predial, a criadora e administradora do projeto, falou que “a proposta é de que 20% de toda a energia consumida pelas áreas comuns do condomínio, ou seja, corredores, elevadores e estacionamento, sejam suportados por energia dos ventos”³⁴. Segundo ele, a economia total do projeto irá passar de 50%, além dos benefícios da implantação do aerogerador, estão combinados descontos de tarifas que foram acertados com a Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), a Tarifa Verde, com preços mais baixos no horário de maior consumo. Há uma entrada única de energia em alta tensão e sub-medição de eletricidade, e foram instalados medidores eletrônicos individuais por conjunto.

³⁴ Disponível: <http://www.revistainfra.com.br/>

O empreendimento, além da produção de energia limpa, gera parte dos recursos utilizados no próprio prédio através de sistemas e tecnologias relacionados ao aproveitamento da ventilação e luz naturais, e água das chuvas, resultando em um conceito de sustentabilidade do empreendimento. As necessidades de ventilação dos pavimentos de garagem foram atendidas com aberturas e condutos para circulação natural de ar. O sistema de ventilação dos estacionamentos possui controle automático do nível de gás carbônico produzido pelos automóveis. Venezianas nos vãos de ventilação frontais protegem a entrada de água das chuvas no interior da edificação. Os conjuntos, com aberturas para três fachadas, possibilitam ventilação cruzada natural. No topo do prédio adotou-se o piso elevado em concreto. Assim criou-se área sombreada na laje de cobertura, permitindo ventilação pelas juntas.

Para o aproveitamento da luz do sol e da vista panorâmica da cidade, foram instaladas proteções das salas do calor através de brises, que sombreiam as aberturas. A escolha de vidros especiais, com baixa absorção de calor, também colabora para economia do ar condicionado. Há aproveitamento da iluminação natural através de amplos brises anti-insolação, revestimentos isolantes, propiciando economia energética. Todas as áreas comuns possuem um tipo de lâmpada eficaz. Os pavimentos das garagens, apesar de serem construídos nas divisas, recebem iluminação natural através de shafts e paredes de tijolos de vidro.

Um sistema de coleta da água da chuva foi implantado para no edifício, com o objetivo de reutilizá-la no abastecimento das bacias sanitárias e na irrigação de jardim, utilizando-se a água tratada pela concessionária pública apenas para lavatórios. Sua captação se dá no terraço e no 4º pavimento através de pisos elevados. Através de uma rede separada, o sistema acumula água em um reservatório inferior, filtra e leva por bombas a um reservatório superior. Assim como na energia elétrica, há sub-medição de água individualizada, o que reduz o consumo em relação à medição coletiva. Complementando o conceito de eficiência, o empreendimento optou por equipamentos de baixo consumo nas torneiras e bacias sanitárias, e foram dimensionadas cisternas de acumulação no subsolo. A água que é medida por conjunto, não tem seu valor rateado, e o consumo médio é de até 40% inferior.

O conceito do empreendimento traduziu-se em qualidade imobiliária e, como resultado, a atratividade a seu público-alvo, que são os clientes de locação de conjuntos comerciais. Através de soluções modernas de projeto, tecnologias limpas e modernas, infra-estrutura adequada, eficiência, segurança predial, garantiram-se necessidades de demandas empresariais atuais e ecologicamente corretas. A arquitetura do edifício é contemporânea, limpa e traz em si detalhes cuidadosamente projetados que valorizam o próprio prédio com elementos arquitetônicos diferenciados. O prédio atende aos dispositivos da ISO 14.000, quanto ao destino de dejetos, item este que levou a Auxiliadora Predial a receber menção honrosa, na categoria Edificações, no Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia 2006, concedido pelo Ministério de Minas e Energia, através da Eletrobrás/Procel.

7 ANÁLISE DE RESULTADOS

A energia eólica é uma fonte alternativa de energia que vem crescendo em utilização e em pesquisa e desenvolvimento no mundo todo. Os países de Primeiro Mundo, atualmente, são os que mais investem e utilizam esse recurso, como podemos perceber na participação da produção mundial e interna de energia da Alemanha, dos Estados Unidos e da Espanha. O Brasil está na fase inicial de exploração deste recurso, mas demonstra um potencial altíssimo de produção eólica. O governo Brasileiro, principalmente por meio de iniciativas como o PROINFRA, busca incentivar a produção de energia utilizando fontes limpas de energia. Pela topografia brasileira, todo o litoral brasileiro é um potencial local de instalação de geradores de energia eólica. O Rio Grande do Sul se destaca hoje por uma iniciativa pioneira, a instalação de um parque eólico na cidade de Osório, com capacidade de produção de 150 MW e com projeto de ampliação para o dobro desta.

Em comparação com outras fontes de energia alternativas, a energia eólica se destaca por suas vantagens. As hidrelétricas necessitam de grandes espaços para a formação dos reservatórios e as grandes áreas inundadas, além do perigo de rompimento dessas estruturas para a comunidade, em casos de grandes hidrelétricas, comunidades inteiras são afastadas, juntamente a fauna e a flora. Fora os impactos ambientais, os custos de instalação são altíssimos. A biomassa, apesar de ser muito menos poluente do que carvão e outros combustíveis que produzem CO₂ e demais poluentes, ainda gera material particulado que fica em suspensão no ar. Mesmo sendo de baixo custo, a energia produzida também é de baixa capacidade. A energia solar é a que mais se aproxima da eólica em termos de impacto ambiental, que é praticamente nulo. Em relação ao custo, ambas vem se desenvolvendo nacional e internacionalmente, o que vem reduzindo o valor dos investimentos. A energia solar, contudo, possui uma baixa eficiência dos seus captadores e necessita de grandes áreas para colocação destes, o que torna um investimento com preço elevado.

A energia eólica, hoje se mostra uma das opções mais viáveis econômica e ecologicamente. Seus impactos são na grande maioria contornáveis com a implementação de um bom planejamento e de um bom projeto de instalação, seja em pequenas ou grandes estruturas. É um recurso sustentável, pois é renovável e não polui. O incentivo tanto

público quanto privado vem se intensificando. Grandes empresas internacionais estão investindo no Brasil, em parceria com o governo e empresas privadas nacionais, o que vem viabilizando a instalação de cada vez mais aerogeradores. A pesquisa de novas tecnologias para melhoramento da eficiência, redução de ruídos e vibrações, e principalmente redução dos custos, está crescendo nacional e internacionalmente, contudo, ainda são utilizadas muitas peças importadas, o que aumenta muito os custos da produção nacional.

Podemos observar, assim como Hillary apresenta que “a produção limpa é um enfoque de antecipação e prevenção, que aparece em contraponto ao controle da poluição que é feita após a ocorrência da poluição, da liberação dos resíduos, a exemplo das soluções de fim de tubo (*end-of-pipe*)”, a eólica se apresenta como produção limpa, em que as empresas empregam gestão ambiental com prevenção. A energia eólica não produz resíduos que devem ser tratados, ela se utiliza de tecnologia limpa que antecede a necessidade de uma solução no final do processo. Ela é um mecanismo de desenvolvimento limpo e sustentável.

No Brasil não existem muitos fornecedores de aerogeradores, mas dentre os que foram consultados, três forneceram resposta a Eólica Rio, a Conipost e a Wobben. Além disso, foram analisados dois fornecedores que ofertavam o equipamento no Mercado Livre na Internet. Constatou-se ao longo da análise, que não somente para uma análise ambiental, mas também financeira e de eficiência técnica, é necessário o desenvolvimento do projeto, como aborda Gido e Clements, com planejamento de um escopo a ser cumprido, com detalhamento dos recursos, a fim de que o investimento dê retorno breve, que o equipamento escolhido seja o que suprirá a demanda do investidor e seja adequado ao local de instalação. Não basta comprar o equipamento mais barato e que tenha maior capacidade, se não forem verificadas as variáveis envolvidas, principalmente a do local a ser instalado e a frequência e velocidade dos ventos, o aerogerador não funcionará adequadamente. O projeto deve prever as restrições para colocação dos aerogeradores.

Além da preocupação com o vento, com o ruído, com a vibração, existe a preocupação legal neste projeto. A instalação de aerogeradores deve ter a licença do órgão ambiental da região onde este será instalado. Essa licença consiste em várias etapas, principalmente no caso da implantação de parques eólicos, onde se devem incluir medidas mitigatórias de impacto ambiental. A lei brasileira contempla inclusive na Constituição Federal a proteção ao meio ambiente e a condenação de crimes ambientais. Está vem

evoluindo e atualmente o Direito Ambiental é uma área do Direito que mais se desenvolve e é praticado na esfera tanto federal como estadual.

As concessionárias de energia da região de instalação devem ser consultadas, pois a energia eólica, apesar de ser uma energia limpa e renovável, não pode ser utilizada de maneira isolada, principalmente porque o vento não é constante. Ainda, a Secretaria Municipal de Obras e Viação que libera o habite-se deve ser informada da instalação do equipamento, para verificação do cumprimento das normas estabelecidas pela Prefeitura da região.

Nos cálculos realizados no trabalho, houve uma comparação com o valor cobrado pelo fornecimento de energia na cidade de Porto Alegre pela concessionária CEEE. O parâmetro utilizado foi o valor cobrado pelo kWh às residências no mês de outubro de 2008. Na análise da pesquisa de mercado realizada, foram verificadas discrepâncias em relação ao retorno do investimento. Em alguns casos, o retorno se deu rapidamente, uma variação de 1,5 anos a 4 anos, em relação à produção de energia do equipamento. Em outros casos, o prazo torna-se inviável e não interessante para o investidor, em que se identificou retorno de até dezoito anos. O que pode se identificar como um valor aparentemente baixo inicialmente, demonstrou uma produção em relação aos demais equipamentos como bem inferior e um tempo de retorno elevado. Dentre os equipamentos analisados, o que apresentaram viabilidade foram Verne555, Conipost 16010.01.GEO/BJG, Conipost 16013.01.GEO/BJG, Conipost 16018.01.GEO/BJG. Os três últimos apresentam um baixo tempo de retorno para uma capacidade de 342 kWh/Mês. Essa capacidade é suficiente para manter uma casa de família ou uma área rural.

Portanto, a descrição do equipamento, suas características, sua capacidade, devem ser correspondentes à necessidade de produção do investidor e às características do local. As especificidades de cada equipamento devem ser observadas antes da aquisição. Além disso, os fornecedores de aerogeradores, principalmente por se tratar de um equipamento sustentável, elevam os preços.

Com as simulações realizadas, consegue-se mensurar melhor a produção de energia por um aerogerador e o consumo de energia, seja este em uma residência, área rural ou comercial. Dependendo do gasto mensal de energia, um aerogerador pequeno supre toda a necessidade de demanda de energia, como é o caso da Plantação de Fumo na cidade de Dom Feliciano, no interior do estado do Rio Grande do Sul que poderia realizar este investimento. O equipamento de 342 kWh/Mês é mais do que o dobro da produção de

energia necessária, podendo esta propriedade realizar uma parceria com outra propriedade para realizar o investimento ou ainda ampliar o consumo mensal. Para um condomínio, que queira suprir a necessidade de energia da área condominial, o investimento pode se tornar viável à medida que o número de condôminos aumenta, diminuindo o impacto para cada um no valor do rateio.

Um caso real que foi introduzido o conceito de sustentabilidade no empreendimento é o Centro Empresarial Eolis. É o primeiro edifício, na cidade de Porto Alegre, que complementa seu abastecimento de energia com produção de energia eólica. Assim como o conceito de Desenvolvimento Sustentável apresentado por Schenini, em que “[...] o Desenvolvimento Sustentável tem por fim o desenvolvimento econômico lado a lado com a conservação dos recursos naturais [...]”, o Centro Empresarial Eolis segue esse conceito. Não somente na produção de energia eólica, mas em toda a sua estrutura de reutilização de águas da chuva, de aproveitamento de iluminação e layout flexível. O empreendimento conta com um gerador eólico de três quilowatts (3 kW), utilizado principalmente entre as 18 e 21 horas, contudo, foi construída uma estrutura predial que suporta uma ampliação da produção.

Esse investimento inovador na área de construção civil impulsiona o estudo, a pesquisa, o desenvolvimento para este setor. Este empreendimento teve um custo elevado, em que o aerogerador teve um custo de R\$ 40 mil, principalmente porque buscou produzir um equipamento exclusivo para as suas necessidades e o importou dos Estados Unidos. De acordo com o estudo realizado em cima deste projeto, o retorno financeiro se dará em no máximo cinco anos.

Este empreendimento desenvolve uma Gestão Socioambiental Estratégica, pois em todo o projeto, em que foi inserida a variável socioambiental ao longo da sua implantação, em que foram planejados métodos de melhor aproveitamento de recursos, de geração eficiente e de eficiência da infra-estrutura. O objetivo do projeto foi aplicar uma forma sustentável de realização do empreendimento, causando o menor impacto possível ao meio.

É possível uma utilização de recursos sustentáveis como a energia eólica por usuários de pequeno porte, não somente as de grande porte. A instalação de pequenos equipamentos de geração é economicamente viável, apesar de necessitar de uma ampla pesquisa de mercado e de um desenvolvimento de projeto, mesmo que este seja o mais simples possível. Existem vários modelos de pequeno porte oferecidos no mercado para

pequena utilização. Com o aumento da utilização, principalmente no setor de construção civil, a tendência é que os preços baixem, que mais fornecedores entrem no mercado nacional e que a indústria nacional de equipamentos se desenvolva, possibilitando a fabricação de aerogeradores 100% nacionais. Além disso, existe uma expectativa de que com o tempo, haja maior agilidade no processo de licenciamento ambiental e que aumente sua eficiência.

O Brasil possui um controle de medição dos ventos, atlas com médias de ventos, todo o território nacional possui um dimensionamento de frequência de ventos, e o que se pode observar é que os ventos brasileiros são no geral estáveis e abundantes. Com a capacidade produtiva do Brasil, há perspectiva de que este se torne um grande produtor de energia eólica mundialmente, principalmente por ter um litoral vasto territorialmente e com 70% da população concentrada nesta região.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acesso a energia no contexto atual é fundamental para o desenvolvimento e crescimento socioeconômico mundial. Com o advento da Revolução Industrial, as fontes de energia foram adquirindo cada vez mais espaço na economia mundial. Por muitos anos, os combustíveis fósseis foram o principal recurso para a produção de energia. A economia vem sofrendo alterações em função do esgotamento desses recursos de energia, agravados com o grande impacto ambiental por estes causado, manifestados através do aquecimento global. As energias renováveis como a energia eólica, a energia solar, a hidroeletricidade e a biomassa, vêm assim ganhando espaço nesse cenário econômico.

Os países de Primeiro Mundo, como a Alemanha, os Estados Unidos e a Espanha, atualmente estão entre os países que mais investem e utilizam a energia eólica como fonte de energia. São eles os responsáveis pelo desenvolvimento da tecnologia limpa e o crescimento de consumo desse tipo de energia. Isso se deve principalmente ao fato de que os países industrializados consomem em torno de 70% da energia produzida no mundo. O Brasil ainda é incipiente na produção de energia eólica, mas vem se destacando por suas iniciativas pioneiras, como o desenvolvimento de um parque eólico no sul do país (segundo maior parque do mundo em número de aerogeradores). Além disso, o Brasil é um país rico em outros recursos naturais, o que possibilita a diversificação a sua matriz energética. Hoje 55% da energia produzida no Brasil vêm de fontes renováveis.

A energia eólica, em relação com as demais fontes de energia, se apresenta como uma das opções mais viáveis econômica e ecologicamente. É uma fonte que não libera poluentes na atmosfera, que não afasta comunidades inteiras de uma região, que tem baixo impacto no meio ambiente, além de ser uma fonte limpa e inesgotável. É a transparência do alinhamento de tecnologia com o respeito ambiental, que se traduz em um conceito de gestão sustentável. A energia eólica, dentro do contexto de produção limpa, reflete uma mudança de paradigma. O que antes era solucionado com soluções de fim de tubo (*end-of-pipe*), que mitigavam o impacto ambiental causado na produção, hoje são a antecipação e a prevenção. A energia eólica não produz resíduos que necessitem de tratamento; a energia produzida é totalmente limpa e sustentável.

Ao analisar as propostas dos fornecedores, foi identificado que cada equipamento se propõe a um diferente tipo de utilização. Existem equipamentos que geram maiores níveis de ruídos, equipamentos mais potentes, para locais mais elevados, existem diversos tipos de aerogeradores. Antes de se instalar um aerogerador em uma propriedade, deve-se realizar um estudo do local onde será instalado, das condições físicas do local, da demanda de energia, ou seja, deve ser realizado um projeto detalhado. Escolher o equipamento mais barato do mercado e que ofereça a maior capacidade de produção, não é o suficiente para decidir qual o tipo de aerogerador deve ser instalado. A eficiência do aerogerador depende de uma análise mais aprofundada das variáveis como os ventos e os obstáculos do local, ruído, vibração, qual a produção necessária para suprir a demanda existente, entre outros. O mínimo de planejamento deve haver, a fim de identificar as restrições implícitas no projeto de instalação de um aerogerador. Outra barreira que se identifica, é o licenciamento ambiental para a instalação de aerogeradores, seja este de grande ou pequeno porte.

Na análise da pesquisa de mercado realizada, foram verificadas discrepâncias em relação ao retorno do investimento. O retorno do investimento variou de 1,5 a 18 anos, em relação à produção de energia oferecida pelo equipamento. Quanto mais rápido houver o retorno financeiro, mais interessante se torna o empreendimento. Com a ampliação do prazo de retorno, o projeto acaba se tornando inviável. O retorno financeiro existe quando além da observância do preço, se observadas as características do equipamento, o que se traduz em eficiência na produção de energia. Com as simulações realizadas, consegue-se mensurar melhor a produção de energia por um aerogerador e o consumo de energia, seja este em uma residência, área rural ou comercial. O Centro Empresarial Eolis é um exemplo de que é possível se realizar uma gestão aliada a um desenvolvimento sustentável.

É viável uma utilização de recursos sustentáveis como a energia eólica por usuários de pequeno porte, contudo necessita de uma ampla pesquisa de mercado e de um desenvolvimento de projeto, mesmo que este seja bastante simples. A tendência é que mais empreendimentos invistam em um aproveitamento melhor de recursos e em um desenvolvimento econômico sustentável. Além disso, uma produção mais limpa auxilia em uma vantagem competitiva aos empreendimentos, uma imagem ecológica e a obtenção de lucros, com redução de ineficiências e mitigações no final do processo.

Este trabalho tentou mostrar as vantagens existentes no uso de fontes renováveis de energia, não só ambientais, mas também econômicas, que o retorno financeiro pode ser rápido e atrativo às organizações. Novas tecnologias devem ser desenvolvidas, a fim de viabilizar as iniciativas que não somente incrementem a economia, mas que também preservem o meio ambiente no qual vivemos. As perspectivas de desenvolvimento de mecanismos limpos visto o contexto atual são elevadas. Conforme visto gráfico da evolução da capacidade eólica (Figura 2), a tendência é que os governos incentivarão cada vez mais a utilização de tecnologias limpas nos mais variados setores da economia. Este estudo pretende contribuir para a ampliação da gestão sustentável dentro das organizações. Além disso, incentivar outras pesquisas que aprofundem as vantagens ambientais e econômico-financeiras que tecnologias limpas e recursos renováveis podem agregar a economia. Este trabalho pode incentivar pesquisas futuras sobre a viabilidade e impacto ambiental de energias alternativas, pois é um vasto campo de investimento por parte de organizações e outros usuários.

REFERÊNCIAS

ABEAMA. Associação Brasileira de Energias Renováveis e Meio Ambiente. **Energias renováveis**. Disponível em: <<http://www.abeama.org.br>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

AMBIENTE BRASIL. **Sistema de gestão ambiental e publicação sobre fontes de energia**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Aplicações da energia eólica**. In: Atlas de energia elétrica do Brasil. 2005. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE ENERGIA EÓLICA (*American Wind Energy Association*). **Energia eólica, custo, geração**. Disponível em: <<http://www.awea.org>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL EÓLICA ESPANHOLA (*Asociación Empresarial Eólica*). **Crescimento da energia eólica no mundo**. Disponível em: <<http://www.aeeolica.es>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial, conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.

CARVALHO, Paulo. **Geração eólica**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2003.

CBEE. Centro Brasileiro de Energia Eólica. **Energia eólica**. Disponível em: <<http://www.eolica.org.br>>. Acesso em: 12 set. 2008.

CONSELHO MUNDIAL DE ENERGIA (*World Energy Council*). **Energia eólica**. Disponível em: <<http://www.worldenergy.org>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito. **Energia eólica e sobre potencial eólico**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso em: 12 set. 2008.

EWEA. Associação Européia de Energia Eólica (*European Wind Energy Association*). **Energia eólica**. Disponível em: <<http://www.ewea.org>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS. **Leis ambientais federais e estaduais**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>. Acesso em: 18 maio 2008.

GIDO, Jack; CLEMENTS, James P. **Gestão de projetos**. Tradução da 3. ed. norte-americana. São Paulo: Thomson, 2006.

HILLARY, Ruth. **Environmental management systems and cleaner production**. West Sussex: Wiley, 1997.

MCT. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 18 maio 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS, ELETROBRÁS. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília, 2001.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Leis ambientais federais**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 18 maio 2008.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Fontes renováveis**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Investimento do governo através do PROINFA**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 24 ago. 2008.

NAIME, Roberto. **Diagnóstico ambiental e sistemas de gestão ambiental**. Novo Hamburgo: Feevale Editora, 2005.

NASCIMENTO, Luis Felipe; LEMOS, Ângela Denise da Cunha; MELLO, Maria Celina Abreu de. **Gestão socioambiental estratégica**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

PHILIPPI JR., Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manoele, 2004.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Brandford D. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SCHENINI, Pedro Carlos. **Gestão empresarial sócio ambiental**. Florianópolis: NUPEGEMA, 2005.

SEMC. Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. **Atlas Eólico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2002.

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

VENTOS DO SUL ENERGIA. **Parques eólicos de Osório**: referencia em energia renovável e preservação ambiental. Porto Alegre, 2007.

VOELCKER, Christian. Edifício Eólis. **Revista Infra**, São Paulo, ed. 94, n. esp., jan. 2008. Disponível em: <http://www.revistainfra.com.br/textos.asp?codigo=8691>. Acesso em: 24 ago. 2008.

ANEXO A – ENTREVISTA

CE – Eólica – Centro de Energia Eólica

Gabriel Cirilo da Silva Simioni

Técnico em Mecatrônica – SENAI e Engenharia Elétrica – PUCRS

Questões:

1. É possível a colocação de aerogeradores na região de Porto Alegre aos mapas eólicos apresentados?

2. Existe a possibilidade de instalação de pequenos aerogeradores no telhado dos prédios comerciais ou residências? A estrutura física do prédio suportaria essa implantação?

3. Se possível, como fica a questão do ruído no telhado? É muito forte para os moradores?

4. Para áreas industriais, onde o ruído já é bastante considerável, como seria a colocação de aerogeradores?

5. Vários de pequeno ou médio porte? Quais as melhores opções dentre as oferecidas no mercado?

Respostas:

A colocação de aerogeradores em cidades como Porto Alegre é bem complicada, pois existem muitos obstáculos como infra-estruturas residenciais e comerciais, grandes prédios, ruas, parques que impedem os aerogeradores de funcionarem da melhor maneira possível, pois obstruem a passagem dos ventos, a instalação dos aerogeradores e a rotação das hélices. Além disso, se formos considerar a colocação em Porto Alegre, esta é uma das cidades mais arborizadas do país, o que obstrui mais ainda a colocação dos aerogeradores. São necessários grandes espaços para a instalação de uma estrutura eólica, não podendo ser colocado nada em seus arredores que possa prejudicar o seu bom funcionamento.

Para se iniciar um projeto de implantação de energia eólica, deve-se realizar um estudo aprofundado da região, incluindo a sazonalidade, ou seja, a ocorrência dos ventos na região, sua velocidade média, quais são os obstáculos para a passagem dos ventos, obstáculo para o funcionamento do aerogerador, tipo de relevo, entre outros. Todos esses irão influenciar no tipo de turbina que irá se escolher e a localização da instalação no terreno. Existem muitas turbinas no mercado, mas a sua utilização e localização irão definir qual a melhor opção para instalação. Quanto mais alta for a turbina, melhor, pois irá utilizar mais vento, com uma maior velocidade e terá maior rendimento. A curva de velocidade do vento e altura é de forma logarítmica, ou seja, chega um ponto em que não cresce tanto a velocidade do vento quanto nas alturas iniciais. Por essa razão, deve-se analisar bem a região e as opções de turbinas, para se ter o melhor rendimento, não

colocando uma turbina grande em um local onde uma média e com menor custo teria a mesma eficácia. Esses projetos de instalação normalmente levam um ano para serem concluídos.

Ainda temos que considerar o ruído em uma área residencial, não se pode ter grandes barulhos, porque existe muita reclamação dos vizinhos. Já nas áreas comerciais e industriais, não teria problemas quanto a isso, pois já existe uma poluição sonora natural destas atividades. Por exemplo, em distritos industriais como em Gravataí, Cachoeirinha, Esteio, são ótimos locais para a instalação de aerogeradores como energia alternativa. Além de não ter problema com a questão do ruído, existe pouca arborização, e em geral existem pátios grandes em torno de prédios industriais, para estacionamentos e área de embarque e desembarque, essas áreas podem ser utilizadas em parte para colocação de aerogeradores. Ainda, essas regiões possuem prédios mais baixos, o que reduz os obstáculos para a passagem dos ventos.

A colocação destas estruturas em telhados de casas e edifícios é muito incipiente ainda. Necessita de aprofundamento e estudos, principalmente quanto à vibração. Não é em qualquer estrutura que se pode implantar, mas existem muitas que possibilitam essa colocação. O estudo quanto à vibração que os prédios podem agüentar é o primeiro passo. Após um estudo detalhado de vibração, pode-se partir para um estudo dos ventos e da região (citado anteriormente). Existe um exemplo que é na Carlos Gomes, onde existe uma estrutura instalada. Uma opção é realizar esse estudo quando da construção do prédio, para que a estrutura já seja adequada a colocação dos aerogeradores.

Atualmente, pequena geração a energia eólica é pouco utilizada, principalmente em função dos custos e dos estudos a serem realizados. E ainda existe pouca regulamentação para tal. Os parques eólicos são ainda a melhor opção, pois são incentivados pelo governo e não possuem muito impacto para o meio ambiente, podem ser utilizadas as terras, não tem problemas com ruídos e arredores. Um exemplo no estado é o parque eólico de Osório.

Não existe um padrão para conexão na rede elétrica. A energia eólica não deve ser utilizada sozinha, deve-se ter uma energia alternativa a essa para o uso. Isso porque, não se pode guardar a produção de energia para mais tarde. A ONS é o órgão regulador de produção de energia que casa usina gera. Há um limite de produção de energia. Existe um relatório online que informa o quanto pode ser gerado em determinado momento. Quando uma usina gera mais do que poderiam, eles entram em contato com esta, para informar que deve ser reduzida a quantidade de energia que está sendo gerada. No caso de hidrelétricas, eles fecham as comportas e forma o grande lago de água. No caso de turbinas eólicas, o controle da produção é realizado através da inclinação das pás das hélices. É realizada uma rotação das pás, em que a rotação aumenta o atrito com o ar, reduzindo a velocidade de rotação e a produção de energia. Atualmente tem-se trabalhado em parceria com os institutos de meteorologia para se preverem os temporais, para assim, minimizarem as perdas e as sobrecargas de energia e equipamentos.

ANEXO B – ORÇAMENTO DA EMPRESA EÓLICA RIO ECOLOGIA, ECONOMIA E PROGRESSO

Niterói, xx de xxxx de 2008

Proposta Comercial N°. : 071100x

Prezado(a) Senhor(a):

Outras informações importantes para a instalação eólica são primeiramente a média de vento anual, pois em energia eólica, não pensamos em horas e dias e sim em meses e anos, pois o vento não é contínuo e é sazonal, por isso os valores estão em kWh/mês (kilowatt hora por mês) que é aquele valor que vem registrado em nossas contas de luz.

Para mais informações sobre o vento consulte nosso site nos link's abaixo e consulte o mapa eólico de sua região. Locais onde no mapa eólico estiver na cor verde não haverá a possibilidade da instalação eólica, pois a média anual é muito baixa.

<http://www.eolicario.com.br/sul.swf>

<http://www.eolicario.com.br/norte.swf>

<http://www.eolicario.com.br/sudeste.swf>

<http://www.eolicario.com.br/nordeste.swf>

<http://www.eolicario.com.br/centrooeste.swf>

Os aerogeradores são projetados para uma determinada faixa de variação da velocidade do vento, geralmente entre 4 a 30 m/s. Acima desta faixa, os componentes como gerador, pás, passam a atuar com sobrecarga. Abaixo da faixa não é viável gerar energia. Desta forma é necessário um sistema que bloqueie o aerogerador nas extremidades desta faixa.

Assim resumindo só podemos fisicamente falando retirar no máximo 45% da potência contida no vento, mas, além disso, temos de considerar algumas perdas, pois nenhum Aerogerador retira 100% de potência dos 45% que nos é permitido pela física; então temos abater outras perdas como:

- Aerodinâmicas
- Elétricas
- Resistivas
- Qualidade do vento

Quanto à qualidade do vento, o nosso Mapa Eólico Nacional tem algumas limitações que introduz mais outra perda, pois a precisão dele é de 1km² por 1km² e a altura mínima é de 50mt, assim como instalamos os aerogeradores com 12 mt de altura precisamos também reduzir a média de vento apresentada no Mapa Eólico (instalações de pequenas turbinas a 50mt é economicamente inviável).

Portanto de forma prática uma Turbina Eólica modelo Gerar246 de 1000W nos fornecerá de forma contínua no máximo 25% de sua potência nominal, ou seja, 250W. Com este dado podemos então multiplicar 250W pelas 720 horas do mês para chegarmos a 180 kWh/mês que é a produção estimada mensal deste Aerogerador de 1000W em locais com média de vento anual acima de 6m/s. O mesmo cálculo se aplica para os modelos Notus e Verne.

A Geração de energia é feita através da captação da energia do vento, esta energia não é armazenada em baterias ela é gerada direto para o relógio da concessionária de energia. Como assim?

O aerogerador fornece energia numa janela de operação entre 155 – 375Vdc para um inversor de conexão em rede que mantém a energia em 110 ou 220Vac para ser injetada diretamente na rede elétrica em paralelo com o relógio, assim se o aerogerador estiver gerando mais energia do que o consumo da residência o relógio estará girando para trás e “armazenando a energia” na rede elétrica. Mas se o aerogerador não estiver gerando o suficiente o relógio fornece normalmente o necessário. Segue especificações do inversor de conexão em rede: <http://www.sma-america.com/solar-technology/products/windy-boy/windy-boy/wb-1100u/overview/index.html>

Este tipo de geração de energia tem vários benefícios, mas um dos que destacamos é não ter um banco de baterias, pois um banco de baterias para uma residência seria de no mínimo dez baterias que custa em torno de R\$ 8.000,00 e que precisará ser trocado após 3 anos, pois é o máximo de tempo para um conjunto de baterias, além de que com baterias o rendimento elétrico do sistema é baixo, perdendo assim energia.

É necessário informar a ANEEL e a concessionária local sobre a instalação diferenciada na residência ou no local desejado não há nenhum ônus por isso. Segue a norma da ANEEL que regulamenta este tipo de instalação:

<http://www.aneel.gov.br/cedoc/RES1999112.PDF>

Nós daremos toda a acessoria necessária para a instalação do projeto, bem como junto com o cliente faremos os devidos registros junto a ANEEL. Segue também link para algumas de nossas instalações:

http://www.eolicario.com.br/energia_eolica_instalacoes.html

Segue Agora preço e informação técnica dos Aerogeradores.

ESTIMATIVA PARA PRODUÇÃO DE 180 kWh/Mês – Sistema de 1000W

ITENS - Gerar246 –	QTD	PREÇO UNIT	TOTAL
Aerogerador 1000w – controlador de carga.	1	R\$ 5.990,00	R\$ 5.990,00
Kit torre -	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Inversor 1100w – Conexão de Rede (Grid Tie)	1	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
Tubo Din 2440 - 3”	2	R\$ 400,00	R\$ 800,00
Outros – cabos elétricos, etc... (Comércio Local)	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
Frete (média)	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
		Total	R\$ 16.490,00

Características Técnicas do Aerogerador Gerar246

Diâmetro da hélice	2,46 m
Potência a 12 m/s	1000 Watt
Rpm a 12 m/s	630 rpm
Número de pás	3
Tipo de pás	torcida, (5 aerofólios)
Velocidade de partida	2,2 m/s
Torque de partida	0,3 Nm
Controle de velocidade	stall
Proteção contra altas velocidades	Active Stall (Controle de Passo)
Sistema magnético	neodímio (ímã permanente)
Sistema elétrico	trifásico
Tensão de saída	24/48 volts
Topologia	Fluxo Axial
Peso total (alternador+hélice+cab. Rot.)	32 Kg
Material Anti Corrosão	Alumínio / Inox / Mat. Galvanizado
Balanceamento	Dinâmico (confirmação após pintura)

Características Técnicas do Controlador de Carga

Principais Funções:

Controle de carregamento de baterias	
Tensão de saída	24/48 volts
Material	Alumínio
Indicador de carga	Leds / Amperímetro

ESTIMATIVA PARA PRODUÇÃO DE 1.080 kWh/Mês – Sistema de 6000W

Aerogerador 6000w + controlador de carga.	QTD	PREÇO UNIT	TOTAL
Aerogerador 6000w + controlador de carga.	1	R\$ 29.500,00	R\$ 29.500,00
Cabo Elétrico Trifásico pp 6mm, para ligações.	+ - 60m	R\$ 16,00	R\$ 960,00
Tubo Preto 6” Din 2440 + Flanges, parafusos, solda(torre)	1	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00
Tubo Preto 3” Din 2440	2	R\$ 400,00	R\$ 800,00
Inversor de Conexão em Rede – 6.000w	1	R\$ 16.000,00	R\$ 16.000,00
Transportadora	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
		Total	R\$ 55.760,00

Características Técnicas do Aerogerador Verne555

Diâmetro da hélice	5,55 m
Potência a 12 m/s	6000 Watt
Rpm a 12 m/s	240 rpm
Número de pás	3
Tipo de pás	torcida, (5 aerofólios)
Velocidade de partida	2,2 m/s
Torque de partida	0,3 Nm
Controle de velocidade	stall
Proteção contra altas velocidades	Active Stall (Controle de Passo)
Sistema magnético	neodímio (ímã permanente)
Sistema elétrico	trifásico
Tensão de saída	120 volts
Topologia	Fluxo Axial
Peso total (alternador+hélice+cab. Rot.)	160 Kg
Material Anti Corrosão	Alumínio / Inox / Mat. Galvanizado
Balanceamento	Estático (confirmação após pintura)

Características Técnicas do Controlador de Carga

Principais Funções:

Controle de carregamento de baterias	
Tensão de saída	120 volts
Material	Alumínio
Indicador de carga	Leds / Amperímetro

Formas de pagamento: à vista 5% de desconto ou 50% de sinal + 30 + 60. Pagamento via Cartão de Crédito Visa, através de nossa loja virtual <http://loja.enersud.com.br>. Também trabalhamos com o Cartão BNDS <https://www.cartaobndes.gov.br/cartaobndes/PaginasCartao/Comprador.asp?Acao=SOLSC>

Entrega em 15 dias úteis a partir da confirmação do depósito ou pagamento para o modelo Gerar e para o modelo Verne 30 dias. Prazos menores somente mediante consulta.

ENERSUD

INDUSTRIA E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA

C.N.P.J 05.140.301/0001-34

I.E. 77.397.060

RUA BRASILINA ROSA DE JESUS N° 02 SALA 201

TRIBOBÓ – SÃO GONÇALO – RJ

CEP 24750 - 690

TEL:(21) 3710-0896 (21) 9821-5906 (Cláudio Almeida)

CONTA CORRENTE:

BANCO DO BRASIL

Ag.0072-8

C/C 26455-5

Informações Gerais

Inicialmente destacamos algumas características da turbina eólica da Enersud que consideramos ser um diferencial com relação ao mercado.

100% Nacional – Os Aerogeradores ENERSUD utiliza tecnologia 100% nacional.

Alternador de baixa rotação – O Alternador foi desenvolvido pela Enersud especificamente para geração de energia eólica, com baixa resistência inicial permitindo o início de rotação com ventos com baixíssimas velocidades e com a geração em baixa rotação o que propicia maior durabilidade e menor nível de ruído.

Resistência à corrosão (marinização) – Os Aerogeradores ENERSUD tem por característica natural do projeto a proteção contra a oxidação. O componente mais sensível à oxidação em um equipamento elétrico é o ferro silício que no caso alternador está encapsulado em resina epóxi. A pintura é feita com tinta poliuretana específica para ambientes agressivos.

CONDIÇÕES TÉCNICAS

1. TESTES

Equipamentos devidamente testados em nossa bancada de teste, simulando condições similares de funcionamento.

2. GARANTIA

1. A Enersud Indústria e Soluções Energéticas Ltda. garante o produto descrito acima pelo período de 24 meses, a contar da data da venda do equipamento.
2. Por tal garantia entende-se a obrigatoriedade da Enersud de substituir todos os componentes que, comprovadamente tenham defeitos de fabricação.
3. A Enersud não se responsabilizará pelo equipamento que tenha sido violado antes da análise técnica a ser realizada na própria fábrica da Enersud.
4. A Enersud, sem nenhum custo para o cliente, reparará o equipamento. Sendo que o usuário será responsável por enviar o equipamento, juntamente com a cópia da nota fiscal e este certificado de garantia, diretamente para a fábrica ou para um representante regional que poderá ser apresentado posteriormente. O custo do frete será a cargo da Enersud.
5. Na garantia dada pela Enersud não estão cobertos os seguintes casos:
 - Torres, equipamentos e materiais não fabricados pela Enersud.
 - Equipamentos que tenham sido instalados de maneira inapropriada ou que tenham sofrido qualquer modificação sem aprovação da Enersud.
 - Danos ocasionados por ventos com velocidades acima de 55 m/s Danos ocasionados por raios ou outros fenômenos naturais extraordinários.

3. ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Dispomos de um completo estoque de peças genuínas de reposição, para assegurar sempre a manutenção do sistema.

R. Brasilina Rosa De Jesus n 2 – sl 201 – São Gonçalo - RJ
www.eolicario.com.br / contato@eolicario.com.br
TEL.: 0 21 – 9821- 5906

**ANEXO C – ORÇAMENTO DA EMPRESA CONIPOST POSTES METÁLICOS E
ACESSÓRIOS LTDA**

Av. Casa Grande, 571 - Jd. Portinari Diadema/SP - CEP 09961-350 - Fone: (11) 4066-6988 - <http://www.conipost.com.br> - E-mail: conipost@conipost.com.br / vendas@conipost.com.br

Data: 29/11/2007

Mensagem: FV21970

PARA:

Empresa: EnergiaPura

Nome: Sr. Ronald Honegger Thomé

Email: mail@energiapura.com

SE VOCÊ TIVER QUALQUER PROBLEMA DE RECEPÇÃO, COMUNIQUE-O PELO Fone (11) 4066-6988

Agradecendo o interesse pelo nosso material, temos a satisfação em apresentar para apreciação de V.Sas. a nossa proposta técnico-comercial para o fornecimento de:

Item 01:

Torre de aço, cônica contínua, seção circular, para instalação de gerador de energia eólica, 10.200mm de altura com base e chumbadores. CONFORME DESENHO SKYSTREAM^{3.7"} 33.5 ft (10.2 M) MONOPOLE TOWER.

Fabricada em chapa de aço carbono de alta resistência mecânica ASTM A-36, em uma única peça com solda longitudinal, sem soldas transversais no corpo da mesma. O diâmetro no topo é de 156,70mm e na base 268,00mm com conicidade constante.

A torre é fornecido com um flange no topo para instalação do gerador, um flange de base com 8 furos.

O conjunto é totalmente galvanizado a fogo interna e externamente conforme normas NBR 6323 da ABNT.

Modelo CONIPOST: 16010.01.GEO/BJG

Preço Unitário: R\$ 2.900,00

Item 02:

Torre de aço, cônica contínua, seção poligonal, para instalação de gerador de energia eólica, 13.700mm de altura com base e chumbadores. CONFORME DESENHO SKYSTREAM^{3.7"} 45 ft (13.7M) MONOPOLE TOWER.

Fabricada em chapa de aço carbono de alta resistência mecânica ASTM A-36, em duas seções, para serem unidas entre si pelo sistema telescópico a pressão (Slip-Joint). Cada seção possui uma solda longitudinal, sem soldas transversais no corpo das mesmas. O diâmetro no topo é de 156,70mm e na base 316,70mm com conicidade constante.

A torre é fornecido com um flange no topo para instalação do gerador, um flange de base com 8 furos

O conjunto é totalmente galvanizado a fogo interna e externamente conforme normas NBR 6323 da ABNT.

Modelo CONIPOST: 16013.01.GEO/BJG

Preço Unitário: R\$ 5.049,00

Item 03:

Torre de aço, cônica contínua, seção poligonal, para instalação de gerador de energia eólica, 18.300mm de altura com base e chumbadores. CONFORME DESENHO SKYSTREAM^{3.7"} 60 ft (18.3M) MONOPOLE TOWER.

Fabricada em chapa de aço carbono de alta resistência mecânica ASTM A-36, em duas seções, para serem unidas entre si pelo sistema telescópico a pressão (Slip-Joint). Cada seção possui uma solda longitudinal, sem soldas transversais no corpo das mesmas. O diâmetro no topo é de 156,70mm e na base 360,90mm com conicidade constante.

A torre é fornecido com um flange no topo para instalação do gerador, um flange de base com 8 furos

O conjunto é totalmente galvanizado a fogo interna e externamente conforme normas NBR 6323 da ABNT.

Modelo CONIPOST: 16018.01.GEO/BJG

Preço Unitário: R\$ 7.135,00

Item 02 –pçs.

Chumbador de aço para instalação de poste, tendo diâmetro 1"x700mm de comprimento, fornecido com duas porcas, duas arruelas lisa e uma de pressão. Setor roscado galvanizado a fogo conforme norma NBR 6323 da ABNT.

Modelo CONIPOST: CH-7 1"

Preço Unitário: R\$ 40,00

CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO:

Prazo de Entrega	:	Chumbadores 15/20 dias e torres 30/60 dias, a combinar.
Condição de Pagamento	:	28 DDL.
Impostos	:	inclusos
Local de Entrega	:	FOT nossa Fabrica em Diadema/SP.
Validade	:	15 dias.

Atenciosamente,

CONIPOST - Postes Metálicos e Acessórios Ltda.
Sergio Ruggeri - Gerente Comercial.



MADE IN THE USA

SKYSTREAM 3.7°

1.9 KW RESIDENTIAL POWER APPLIANCE

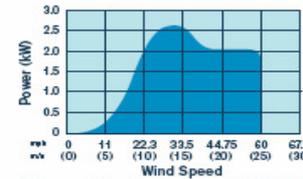
Skystream 3.7 is a breakthrough in a new generation of RPAs (Residential Power Appliances) that is changing the energy landscape of how homes and small businesses receive electricity. Skystream is the first fully integrated system that produces energy for less than the average cost of electricity in the United States and it produces usable energy in exceptionally low winds.¹

Skystream is available on towers ranging from 33 feet (10.2 m) to 110 feet (33.5 m).² tall. Its universal inverter delivers power compatible with any utility grid from 110-240 VAC. Skystream efficiently and quietly provides 40-90% of the energy needs for a home or small business. Any extra energy is fed into the grid spinning the meter backward.³

Technical Specifications

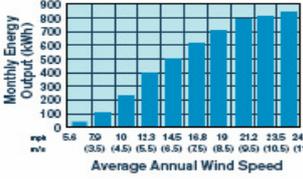
Model	Skystream 3.7
Rated Capacity	1.9 kW continuous output, 2.6 kW peak
Weight	170 lb (77 kg)
Rotor Diameter	12 ft (3.72 m)
Swept Area	115.7 ft ² (10.87 m ²)
Type	Downwind rotor with stall regulation control
Direction of Rotation	Clockwise looking upwind
Blades	Fiberglass reinforced composite (3)
Rated Speed	50 - 325 rpm
Maximum Tip Speed	216.5 ft/s (66 m/s)
Alternator	Slotless permanent magnet brushless
Yaw Control	Passive
Grid Feeding	Southwest Windpower inverter 120-240 VAC 50-60 Hz
Battery Charging	Battery Sensor available for battery charging systems
Braking System	Electronic stall regulation with redundant relay switch control
Cut-in Wind Speed	8 mph (3.5 m/s)
Rated Wind Speed	21 mph (9.4 m/s)
User Control	Wireless 2 way interface remote system
Survival Wind Speed	140 mph (63 m/s)
Warranty	5 Year Limited Warranty

POWER



Data measured and compiled by USDA-ARS Research Lab, Bushland, TX

MONTHLY ENERGY



FIVE YEAR WARRANTY



Southwest Windpower
1801 W. Route 66 928.779.9463
Flagstaff, AZ 86001 USA www.windenergy.com

Makers of Skystream 3.7® / Air / Whisper

1. Based on a 12 mph (5.4 m/s) wind and utility energy cost of \$.09/kWh
2. Taller towers are available
3. Assuming the Skystream 3.7 is producing more energy than the load is consuming

♻️ Printed on recycled paper using vegetable inks.

DOC4070REV 1-1-08

ANEXO D – ORÇAMENTO DA EMPRESA WOBLEN

Em seg, 15/9/08, vendas@wobben.com.br <vendas@wobben.com.br> escreveu:

Prezada Ana,

Primeiramente, gostaríamos de lhe agradecer pelo contato e interesse na Fonte Eólica e na Wobben.

Preparamos uma breve descrição para se fazer uma análise inicial de viabilidade de empreendimentos eólicos. Acredito que irá ajudar!

Bom, para implantação de uma usina eólica, é necessário, primeiramente, definir a(s) área(s) e analisar o potencial eólico nestes locais. No site www.cresesb.cepel.br é possível consultar o Atlas Eólico Brasileiro.

Entretanto, para iniciar, de fato, os estudos de viabilidade, é necessário medir o vento por um período mínimo de 1 ano. Para um projeto ser atrativo (em termos de potencial eólico), a velocidade média do vento no período medido deve ser acima de 7 m/s. Para isso deve ser instalada uma torre de medição no local. O custo médio para instalar uma torre com todos os equipamentos é de R\$ 100.000. Com relação a área, a mesma deve estar regularizada e com as respectivas licenças ambientais.

É importante também analisar as características topográficas e de vegetação da região. O ideal seria um local com topografia plana ou suavemente ondulada e vegetação rasteira (até 1 m de altura). Acima disso devem ser respeitados afastamentos maiores. Isto serve não só para vegetação, mas também para edificações em geral e instalações elétricas.

Com o potencial eólico e área definidos, deve ser elaborado o projeto de Micrositing, no qual é definido o layout da usina, tipo de máquina, fabricante, altura da torre, potência instalada, previsão de geração anual e o respectivo fator de capacidade.

No terreno selecionado devem ser feitos estudos de solo, as sondagens, de modo a determinar as características do mesmo, como resistência a cargas e identificar se há influência do lençol freático. Desta maneira é possível definir, ainda que previamente, qual tipo de fundação seria necessário.

Deve analisado também a infra-estrutura de abastecimento de energia. É importante identificar as subestações mais próxima, definindo as distâncias do local de estudos até onde seria feita a conexão da usina. A Linha de transmissão é geralmente cara e quanto mais próxima for até o ponto de conexão, mais atrativo fica o projeto. Posteriormente deve haver também os estudos de conexão a rede, tal como a "Consulta de Acesso a Rede" e o "Parecer de Acesso Conclusivo à Rede".

Com relação a preço, é importante salientar que a definição do preço está totalmente ligada às características do projeto, como, infra-estrutura viária, infra-estrutura de rede elétrica, tipo de solo, classe de vento, características do terreno e incluindo, obviamente, o aerogerador (fundação, torre, pás, nacelle e transformador).

Para que você tenha noção da ordem de grandeza, o preço estimado do Megawatt instalado é cerca de 5 milhões de Reais. Neste preço estimado, não está sendo considerado o modelo de aerogerador, ou seja, buscamos um valor relativo para facilitar nesta etapa de estudos preliminares. A definição do aerogerador é feito somente na elaboração do projeto de micrositing, no qual são analisados os dados de vento, terreno, potência instalada, simulação de geração e fator de capacidade.

A Wobben atua apenas como fornecedora de Aerogeradores. Por este motivo, todos os estudos, projetos e licenças ficam a cargo do investidor.

Segue uma pequena lista de sites que você pode consultar:

www.wobben.com.br (nosso site)

www.enercon.de (nossa empresa matriz na Alemanha)

www.ventosdosulenergia.com.br (Parque Eólico de Osório)

www.camargo-schubert.com (empresa de consultoria - Realiza a medição de vento e tratamento dos dados)

Qualquer dúvida estamos a sua disposição

Att.

Depto de Vendas

ANEXO E – ORÇAMENTO DA EMPRESA AEROGERADORES GERADOR DE ENERGIA PELO VENTO - CATAVENTO³⁵



Preço Fixo: R\$ 4900.00

Vendedor: HI-TECHBRASIL (102)

100% qualificações positivas (0% negativas)

Tipo de produto: Novo

Localização: CEARÁ

Descrição:

Garantia: Turbina - 3 anos de garantia para defeitos de fabricação, se instalado por nossa equipe de técnicos. Baterias nacionais- garantia de fábrica, por volta de 2 anos.

AEROGERADOR 1KW



OBTENHA ENERGIA QUASE DE GRAÇA

³⁵ <http://www.produto.mercadolivre.com.br>

MENOR CUSTO BENEFÍCIO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Alimenta uma casa de médio porte.

Excelente para propriedades onde a energia não chegou *ou se você quer se ver livre das indesejáveis companhias elétricas com cobranças de iluminação pública absurda e altos impostos.*

PRODUTO MONTADO NO BRASIL SOB ENCOMENDA - PRAZO DE ENTREGA 50 DIAS

PAGAMENTO 5% NO PEDIDO E 95% NA ENTREGA
(CASO O COMPRADOR DESISTA DA COMPRA, PERDERÁ O DEPÓSITO DE 5%)

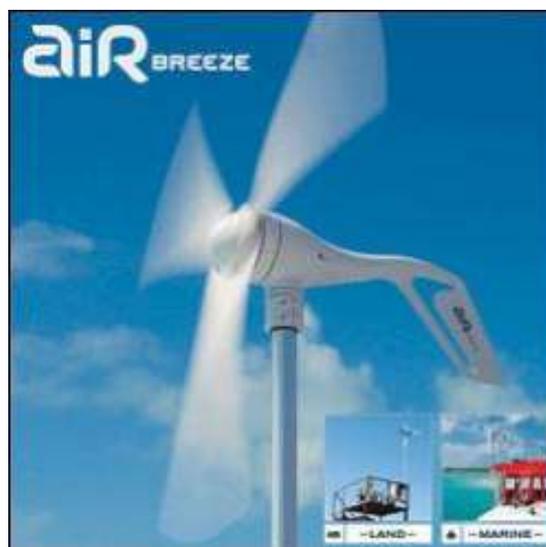
- FUNCIONAMENTO DA TURBINA:

O vento é responsável pela produção contínua de energia, corrente contínua (24V ou 48V), através de um gerador magnético de baixa rotação, energia essa que passa por um controlador e vai diretamente para um banco de baterias onde é armazenada. Essa energia armazenada segue para um INVERSOR onde é convertida em energia, corrente alternada (110V ou 220V), energia essa controlada e totalmente estabilizada, agora sua casa poderá ser alimentada de forma que todos os aparelhos eletros-elétricos e iluminação funcionarão normalmente e com um custo quase inexistente. A Turbina não exige manutenção, ela trabalha sem a exigência de manutenção por mais de vinte anos, somente as baterias poderão ser mudadas a cada seis anos, isso vai depender do fabricante das baterias, pois as baterias são fornecidas por fabricantes locais.

Especificações técnicas da turbina:

- Número de Hélices (pç): 3
- Material das Hélices: Fibra de vidro
- Diâmetro das Hélices (m): 2.8
- Velocidade mínima para produção de energia (m/s): 2.5
- Velocidade média para produção de energia (m/s): 9
- Rotações por minutos - média para produção de energia (rpm): 300
- Velocidade máxima (m/s): 50
- Tipo de Gerador: Gerador permanente magnético
- Potência média do gerador (W): 1000
- Potência máxima do gerador (W): 1500
- Voltagem de saída (VDC): 24 ou 48
- Média de Corrente (A): 20.8
- Direcionamento: Direção do vento detectada pela calda
- Peso net (kg): 52

**ANEXO F – ORÇAMENTO DA EMPRESA WOBLEN AEROGERADOR AIR
BREEZE TURBINA EÓLICA MAIS POPULAR DO MUNDO³⁶**



Preço Fixo: R\$ 2290.00 unit. ou 12 parcelas de R\$ 228.98

Vendedor: GONATURE 100% qualificações positivas (0% negativas)

Tipo de produto: Novo

Localização: RIO GRANDE DO SUL

³⁶ <http://www.produto.mercadolivre.com.br>



air BREEZE

PEQUENOS VENTOS. GRANDE ENERGIA.

A mais poderosa turbina eólica na sua categoria.

O novo Air Breeze. Silencioso, mais eficiente e precisamente desenvolvido para fornecer mais energia com ventos fracos do que qualquer outro aerogerador em sua categoria.¹ O Air Breeze é a última geração das turbinas AIR - com mais de 100,000 unidades vendidas em 120 países - a turbina eólica mais popular do mundo para ventos fracos.

- 3 anos de garantia
- Hélices de molde injetado
- Microprocessador interno inteligente com regulador de picos de energia
- Corpo de alumínio de alta qualidade com aberturas para resfriamento
- Alternador escovado neodímio
- Sem manutenção - apenas duas partes móveis

Especificações Técnicas

Diâmetro do Rotor	46 in (1.17 m)
Peso	13 lb (5.9 kg)
Dimensões da embalagem	27 x 12,5 x 9 in (686 x 318 x 229 mm) 17 lb (7.7 kg)
Montagem	1.5 in schedule 40 1.9 in (48 mm) OD pipe
Vento para início de geração	6 mph (2.68 m/s) ²
Voltagem	12 e 24 VDC
Potência nominal	200 watts a 28 mph (12.5 m/s)
Controlador da turbina	Microprocessador regulador interno inteligente com medidor de picos de energia
Corpo	Corpo de alumínio (Marine possui proteção anti-corrosão)
Hélices	Molde triplamente injetado
Proteção de sobrecarga	Controle eletrônico de torque
Kilowatt Hora por Mês	38 kWh/mês a 12 mph (5.4 m/s)
Vento limite	110 mph (49.2 m/s)
Garantia	3 anos de garantia



Watts Hora/Dia	300	680	1100	1800	2300
Media anual de vento	8 m/s (3.6)	10 m/s (4.4)	12 m/s (5.4)	14 m/s (6.3)	16 m/s (7.2)

Ligue tudo isto com Air Breeze



Disponível também turbinas de alta potência



Whisper 200 (1000w)



Skystream 3.7 (1.9 kW)

- **Gere Economia**
Reduza suas contas produzindo sua própria eletricidade.
- **Energia Limpa**
Utilizando recursos renováveis como o vento você corta emissões de poluentes e ajuda a preservar a natureza.
- **Autonomia**
Independência e auto-suficiência energética: não fique a mercê do apagão!



Sou representante autorizado da fabricante no Brasil.
Produtos com garantia de fábrica e nota fiscal.
Dúvidas, dimensionamentos e outras informações, faça uma pergunta.
O que não pode deixar de fazer é energia limpa e de graça!

ANEXO G – TABELA DE TARIFAS E CUSTOS DA CEEE



TARIFAS E CUSTOS DE SERVIÇOS

Vigentes a partir de 25/10/2007, conforme Resolução Homologatória ANEEL nº 555 de 23/10/2007

Tabela de tarifas de energia elétrica baixa tensão - em Reais s/ICMS

Residencial Baixa Renda				
Até 30 kWh	31-80 kWh	81-100 kWh	101-160 kWh	Superior 160 kWh
0,104160	0,179290	0,180410	0,270650	0,299860
De 0 a 50 kWh (ICMS = 12%)				
Acima de 50 kWh (ICMS = 25%)				

Tabela de tarifas de energia elétrica baixa tensão - em Reais

Classe	Valor do kWh	% ICMS
Residencial até 50 kW	0,300710	12
Residencial > 50 kW	0,300710	25
Industrial	0,300270	17
Comercial	0,300270	25
Serviço Público	0,255230	25
Iluminação Pública	0,154700	20
Poder Público	0,300270	25
Rural sem CPR	0,206580	25

Custos de serviços - em Reais

Serviços	BT Monofásico	BT Bifásico	BT Trifásico	AT
Vistoria da unidade consumidora	3,63	5,20	10,40	31,22
Aferição de Medidor	4,68	7,80	10,40	52,05
Verificação de Nível de Tensão	4,68	7,80	9,36	52,05
Religação Normal	4,15	5,71	17,16	52,05
Religação de Urgência	20,81	31,22	52,05	104,10
Segunda Via da Fatura	1,55	1,55	1,55	3,12

Custo de disponibilidade do sistema elétrico para baixa tensão - em Reais s/ ICMS

Residencial	Monofásico	9,02
	Bifásico	15,04
	Trifásico	30,07
Comercial	Monofásico	9,01
	Bifásico	15,01
	Trifásico	30,03
Industrial	Monofásico	9,01
	Bifásico	15,01
	Trifásico	30,03
Baixa Renda	Monofásico	3,12

Custo de disponibilidade do sistema elétrico para baixa tensão - em Reais s/ ICMS

Rural	Monofásico	6,20
	Bifásico	10,33
	Trifásico	20,66

PIS / COFINS

Apartir de outubro de 2005, por decisão da ANEEL, os tributos PIS/PASEP e COFINS passaram a ser repassados aos consumidores na mesma sistemática utilizada para o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços ICMS:

Preço a ser aplicado =

$$\frac{\text{Tarifa homologada}}{\{ 1 - (\text{aliqu. ICMS} + \text{aliqu. PIS} + \text{aliqu. COFINS}) \}}$$

As alíquotas de PIS e COFINS passam a ter variação mensal, e serão aplicadas integralmente respeitado cada mês de competência.

O documento licenciatório solicitado será emitido certificado por assinatura digital, processo eletrônico baseado em sistema criptográfico assimétrico, assinado eletronicamente por chave privada, garantida a integridade de seu conteúdo e estará à disposição no site www.fepam.rs.gov.br

Obs: Antes de passar às instruções leia atentamente as seguintes definições:

DEFINIÇÕES IMPORTANTES:

Empreendedor: o responsável legal pelo empreendimento/atividade.

Empreendimento: a atividade desenvolvida em uma determinada área física.

Licença: documento que autoriza, pelo prazo constante no mesmo, a viabilidade, a instalação ou o funcionamento de um empreendimento/atividade e determina os condicionantes ambientais.

Prévia (LP): a licença que deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento.

De Instalação (LI): a licença que deve ser solicitada na fase anterior à execução das obras referentes ao empreendimento/atividade; nesta fase são analisados os projetos e somente após a emissão deste documento poderão ser iniciadas as obras do empreendimento/atividade.

De Operação (LO): a licença que deve ser solicitada quando do término das obras referentes ao empreendimento/atividade; somente após a emissão deste documento o empreendimento/atividade poderá iniciar seu funcionamento.

Declaração: documento que relata a situação de um empreendimento/atividade, não sendo autorizatório.

Autorização: documento precário que autoriza uma determinada atividade bem definida.

Instruções para preenchimento:

CAMPO 1- IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

NOME/RAZÃO SOCIAL: identificar a pessoa física ou jurídica responsável pela atividade para a qual está sendo solicitado o documento na FEPAM, conforme consta no contrato social da pessoa jurídica ou, no caso de pessoa física, conforme consta no documento de identidade.

No caso de endereço fora da área urbana, onde não há serviço de correio, deverá ser informado o endereço para entrega de documentação, na sede do município (exemplos: EMATER, Prefeitura Municipal, Sindicato Rural, etc.)

CAMPO 2 –IDENTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE/EMPREENDIMENTO

ATIVIDADE: especificar para qual atividade está solicitando o documento na FEPAM (exemplos: Loteamento, Depósito de Produtos Químicos, etc.), informando o endereço, telefone, fax e as coordenadas geográficas da mesma.

As coordenadas Geográficas deverão ser obtidas com Receptor GPS, com as seguintes configurações:

Formato das coordenadas: Geográficas, em graus, com, no mínimo, 5 (cinco) casas após o ponto no sistema geodésico (Datum) SAD-69.

A leitura deverá ser obtida por profissional habilitado.

A medição deverá ser realizada e apresentada juntamente com a primeira solicitação de documento licenciatório junto à FEPAM e poderá ser dispensada tão logo o dado conste em documento emitido por esta instituição.

Exemplo de leitura:

Somente graus (hddd.ddddd°)

-	2	8	.	5	6	5	4	2	1	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

O ponto escolhido para a medição deverá obrigatoriamente estar dentro da área do empreendimento e, em casos de:

Estradas, deverá ser medido na intersecção com a via principal;

Mineração, deverá ser medido dentro da poligonal licenciada pelo DNPM

Loteamentos, no ponto referencial, na via principal de acesso

Aterros e Centrais de Resíduos, deverá ser medido no portão de acesso ao empreendimento.

CAMPO 3- MOTIVO DO ENCAMINHAMENTO

Identificar qual documento está sendo solicitado. No caso de renovação, indicar o número do documento anterior e o número do processo da FEPAM no qual consta o referido documento.

TERMO DE REFERÊNCIA
RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO (RAS)
PARQUE DE ENERGIA EÓLICA

INTRODUÇÃO

O relatório ambiental simplificado (RAS) para parques eólicos incluirá uma descrição do projeto e suas possíveis alternativas tecnológicas e locacionais, uma caracterização ambiental - meios físico, biótico e antrópico, uma descrição quali-quantitativa dos possíveis impactos e uma proposta de medidas mitigatórias e compensatórias para cada impacto. Os resultados deverão ser apresentados em mapas, tabelas, diagramas e laudos técnicos redigidos de forma concisa, incluindo apenas as informações técnicas relevantes. A metodologia utilizada deve ser descrita.

As informações obtidas da bibliografia devem conter referências explícitas. As conclusões e discussões deverão ser sucintas e decorrentes de argumentação técnica, considerando-se os diagnósticos ambientais obtidos e, também, as alternativas de execução, de não execução e de desativação do empreendimento. A falta das informações solicitadas deve ser explicitada e justificada.

INFORMAÇÕES GERAIS

Identificação do empreendimento

- Nome e razão social;
- Endereço para a correspondência;
- Inscrição estadual e CNPJ;
- Manifestação do(s) Município(s), posicionando-se sobre a localização do empreendimento;
- Coordenadas Geográficas decimais de todos os vértices da gleba Datum Horizontal SAD69.

DESCRIÇÃO DO PROJETO

1. Apresentação do projeto, justificativas e contexto ambiental e regional em que se insere.
2. Tecnologia e porte do empreendimento:
 - Marca, tipo e especificações técnicas. Apresentar as possíveis alternativas tecnológicas, considerando aspectos como: ruído, velocidade de rotação das pás, sinalização aérea, tipos de rede de transmissão, e outros.
 - Magnitude da área utilizada; faixa de domínio; tipo, número e organização espacial dos aerogeradores (*layout*). Apresentar as possíveis alternativas, suas vantagens e desvantagens em relação ao projeto.
 - Formato, cores e material de que serão feitas as torres e seus componentes. Discutir as possíveis alternativas, suas vantagens e desvantagens.
 - Tipo e dimensão das fundações / bases, plataformas de montagem, edifício de comando, linhas / rede de transmissão e demais instalações necessárias.
 - Mecanismos de proteção e/ou segurança contra acidentes.

3. Caracterização das atividades

Descrever as fases de planejamento, implantação, operação e desativação.

Apresentar informações sobre as atividades, principais e secundárias, durante cada etapa, e de possíveis expansões/substituições. Descrever outros possíveis usos da área além do parque eólico, com respectivo cronograma de atividades.

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL – Meios físico, biótico e ANTRÓPICO

As informações ou temas solicitados a seguir devem ser apresentados em escala com precisão geográfica adequada que contemple os alvos relevantes a serem apresentados em meio digital.

1. Para a área do parque, em escala local:

- a área total da gleba, seus limites e a posição preferencial das torres, mostrar a área da base e projeção das pás, incluir os dados sazonais de intensidade e direção dos ventos na área;
- cada uma das possíveis alternativas locais das torres;
- os recursos hídricos superficiais, áreas permanentemente inundadas ou inundáveis e suas variações sazonais;
- as áreas de preservação permanente (APP);
- os sítios arqueológicos, paleontológicos, as reservas indígenas, bens tombados
- (IPHA e IPHAN);
- os diferentes ecossistemas ou unidades ambientais. Delimitar as áreas de dunas, campos, marismas, banhados, matas arbustivas, vegetação de restinga, mata ombrófila, e outras formações. Avaliar os diferentes ecossistemas em função da sua dinâmica ao longo do tempo, condicionadas por fatores climáticos e edáficos.

Obs: caso sejam utilizadas imagens de satélite de alta resolução, devem ser entregues cópias das imagens brutas utilizadas.

2. Para a área de estudo, que compreende a gleba acrescida de uma área de entorno de 7km, em escala sugerida de 1:10.000:

- as áreas urbanizadas; vias de acesso, rede e centrais de telefonia e energia;
- os recursos hídricos superficiais, áreas permanentemente inundadas ou inundáveis, e suas variações (amplitudes) sazonais;
- os recursos hídricos subterrâneos através do mapa hidrogeológico da área de estudo, contemplando as unidades hidrogeológicas, as estruturas (lineamentos), as direções preferenciais de fluxo de água subterrânea, as linhas potencimétricas (para aquíferos livres/sedimentares/freáticos) ou cotas de afloramento do aquífero onde não houver freático (fontes/surgências) e os poços existentes (tubulares, cacimbas);
- as áreas de preservação permanente (APP);
- medida da distância em linha reta entre as áreas urbanas mais próximas e a área do parque eólico;
- os sítios arqueológicos, paleontológicos, as reservas indígenas, bens tombados (IPHA e IPHAN);

- a topografia da área de estudo, a partir das curvas de nível (MNT - modelo numérico do terreno);
- as unidades e estruturas geológicas;
- os tipos de solo (descrição dos perfis) e usos atuais;
- a caracterização geotécnica preliminar da área de estudo através de uma carta de aptidão geotécnica, identificando as características geotécnicas de interesse (tipo de solo, declividade, suscetibilidade à erosão) e a aptidão para a ocupação;
- os diferentes ecossistemas ou unidades ambientais. Delimitar as áreas de dunas, campos, marismas, banhados, mata arbustiva, vegetação de restinga, mata ombrófila, e outras. Avaliar os diferentes ecossistemas em função de sua dinâmica ao longo do tempo, condicionadas por fatores climáticos e edáficos;
- as principais espécies vegetais nativas e exóticas com ênfase nas espécies vegetais raras, endêmicas e protegidas por lei. Apresentar a informação por espécie. Classificar também por nível de importância (local, regional ou nacional);
- os locais relevantes para a avifauna: áreas de concentração, pouso, nidificação, descanso e alimentação. Apresentá-los separadamente para cada espécie, ou por grupos de espécies, de acordo com o tipo de ambiente. Para as aves de rapina localizar os ninhos e descrever a presença de ovos ou filhotes;
- os locais de importância para quirópteros (morcegos). Apresentá-los separadamente para cada espécie, ou por grupos de espécies, de acordo com o ambiente. Mapear locais potenciais de abrigos, tais como cavernas, furnas, ocos de árvores, telhados, pontes, etc;
- os locais de ocorrência de espécies raras, endêmicas e/ou ameaçadas da fauna, especificando sua importância em âmbito local, regional ou nacional.

3. Em escala adequada:

- locais com monumentos naturais, e outros de interesse sócio-culturais. Localizar áreas de importância ou potencial turístico;
- áreas de reconhecida importância para a biodiversidade, unidades de conservação (UC) federais, estaduais e municipais, e respectivas áreas de amortecimento;
- localização no município, destacando a malha viária;
- localização de outros empreendimentos similares.

Para todas as informações utilizar coordenadas geográficas decimais (Datum Horizontal SAD69). Além de apresentar as combinações adequadas dos temas solicitados em mapas impressos, disponibilizar cada tema (em camadas ou planos de informações) em meio digital. Os arquivos devem estar em formato ESRI.E00, ou outro compatível com ARC-GIS.

4. Estudos e laudos adicionais necessários

- Clima regional: caracterização sucinta do clima regional - estimativas mensais das condições meteorológicas, suas variações e intervalos (base de dados mínima de 10 anos). Incluir informações quali-quantitativas de visibilidade na área e estimativas mensais do número de dias/horas, com visibilidade reduzida na região.

Fauna na área de estudos

Caracterizar de modo sucinto a fauna de vertebrados que ocorre na área de estudos, com destaque para as espécies cujas características (nichos ecológicos, níveis na rede trófica, padrão de deslocamento etc...) sugerem uma maior vulnerabilidade diante as atividades a serem desenvolvidas nas diversas fases do

empreendimento. Os grupos que necessitam maiores cuidados são: a avifauna, os quirópteros, os anfíbios e os mamíferos fossoriais. O levantamento deverá ser feito em época apropriada de modo a se obter uma boa amostragem para todos os grupos. Identificar os locais de concentração de fauna.

- avifauna – listar as espécies de ocorrência na área de estudos, devendo os dados serem apresentados em forma de tabela com as seguintes informações:
 - a) quantificação das aves, podendo ser apresentado um índice de abundância;
 - b) status de ocorrência, tais como: residente anual, migrante de primavera / verão, visitante migratória do cone sul ou hemisfério norte, vagante etc...;
 - c) reproduz ou não na área de estudo ou proximidades ;
 - d) status de conservação em nível regional, nacional e mundial ;
 - e) variação de comportamento ou níveis de atividade em relação à sazonalidade, ao período circadiano e às condições meteorológicas;
 - f) informações biológicas relevantes tais como: dieta e comportamento alimentar, altura do voo, formação de bandos, época e locais de reprodução etc... Dar especial atenção às espécies de Strigiformes (corujas), Caprimulgiforme (bacuraus), Falconiformes (falcões e gaviões), Anseriformes (marrecos).
 - g) informações sobre existência de movimentos migratórios relevantes.
- quirópteros – avaliar a riqueza de espécies de quirópteros na área de estudo, seu status de ocorrência, abundância e outras informações biológicas relevantes tais como: dados de dieta, comportamento alimentar, altura de voo, formação e tamanho das colônias, tipos de abrigos preferenciais etc...

5. Aspectos Antrópicos

- avaliar a percepção social do empreendimento, os anseios e expectativas da população na área de influência, através de levantamentos quali-quantitativos, aplicando metodologia adequada que deverá no mínimo abordar estratos populacionais representados por diferentes faixas etárias, nível de escolaridade e grupos socioreferenciados.
- caracterização da vulnerabilidade paisagística do local, identificando os principais marcos referenciais naturais ou construídos e indicando a percepção da comunidade local (monumentos naturais e construídos).

CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS

Avaliar os impactos ambientais nos meios físico, biótico e antrópico em cada fase do empreendimento: implantação (e.g. construção ou ampliação de vias de acesso, canteiros de obra, trânsito de equipamentos pesados como guindastes e caminhões), operação e desativação. Considerar na análise as possíveis atividades concomitantes (e.g. pecuária, lavoura, piscicultura), bem como alterações sobre a drenagem superficial e subterrânea.

Cada impacto deve ser apresentado, sempre que possível, em mapas de contornos (e.g. ruído, sombra) ou em mapas com as áreas de influência (e.g. fragmentação ou destruição de habitat). Classificá-los em temporários (definir escalas de tempo) ou permanentes; de importância local, regional, nacional. Estas informações devem ser avaliadas quanto a intensidade e duração. Explicitar a escala e os modelos numéricos ou cálculos utilizados.

MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

Apresentar, em tabelas, as medidas mitigadoras ou compensatórias para cada impacto ambiental adverso identificado, especificando a responsabilidade por sua implementação.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Apresentar uma proposta sucinta de programa de monitoramento dos impactos negativos gerados pelas diferentes atividades, considerando as fases de implantação, operação, desativação, e de possíveis acidentes. Incluir:

- (1) cronograma de implantação e desenvolvimento do programa;
- (2) parâmetros selecionados;
- (3) dimensionamento e distribuição espacial das amostras;
- (4) método de coleta das amostras;
- (5) periodicidade amostral de cada parâmetro;
- (6) métodos de processamento e análise;
- (7) os executores e suas responsabilidades;
- (8) os responsáveis pelo programa.

QUANTO À LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO EM RELAÇÃO A UNIDADES DE CONSERVAÇÃO:

Informe, OBRIGATORIAMENTE, a localização do empreendimento em relação à Unidades de Conservação (UC). que se encontram definidas na Lei Federal N.º9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e constam em Anexo :

1. Não há U.C. em um raio de 10 km da localização do empreendimento	
2. Dentro dos limites de uma Unidade de Conservação	
3. Dentro de um raio de até 10 km de uma Unidade de Conservação – Zona de Amortecimento	
4. Dentro da poligonal determinada pelo Plano de Manejo	

Se houver UC (situações 2 a 4), assinale o âmbito do Gestor da UC:

<input type="checkbox"/>	Municipal	Especificar o nome da UC:
<input type="checkbox"/>	Estadual	Especificar o nome da UC:
<input type="checkbox"/>	Federal	Especificar o nome da UC:

Observação 1: esta informação poderá ser obtida junto ao DUC/DEFAP, através do e-mail duc-defap@sema.rs.gov.br

Observação 2 :Caso tenha assinalado opção de 2 a 4, durante análise do pedido de licenciamento será solicitada a Anuência do Gestor da Unidade de Conservação”

Observação 3 : as definições de Unidades de Conservação estão relacionadas no Anexo I.

EQUIPE

Listar a equipe técnica envolvida: nome de cada profissional, título, número de registro na entidade de classe quando houver, número de cadastro técnico federal e estadual competente.

ANEXO I

O que é, e quais os objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação Da Natureza - SNUC.

Os objetivos do SNUC, de acordo com o disposto na Lei Federal N. °9.985/2000 são os seguintes:

- Contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- Proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional;
- Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- Proteger as características de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, paleontológica e cultural;
- Proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
- Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;
- Proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- Favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico;
- Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

A consolidação do Sistema busca a conservação *in situ* da diversidade biológica a longo prazo, centrando-a em um eixo fundamental do processo conservacionista. Estabelece ainda a necessária relação de complementaridade entre as diferentes categorias de unidades de conservação, organizando-as de acordo com seus objetivos de manejo e tipos de uso:

- Proteção Integral
- Uso Sustentado

Unidades de Proteção Integral

As unidades de proteção integral têm como objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei do SNUC.

Este grupo é composto pelas seguintes categorias de unidades de conservação:

- **Estação ecológica**

Tem como objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. É proibida a visitação pública, exceto com objetivo educacional e a pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável.

- **Reserva biológica**

Tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos.

- **Parque nacional**

Tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico

- **Monumento natural**

Tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.

- **Refúgio de vida silvestre**

Tem como objetivo proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.

Unidades de uso sustentável

As unidades de uso sustentável tem como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso direto de parcela dos seus recursos naturais.

O grupo das unidades de uso sustentável divide-se nas seguintes categorias:

- **Área de proteção ambiental**

É uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

- **Área de relevante interesse ecológico**

É uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

- **Floresta Nacional**

É uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas NATIVAS.

- **Reserva extrativista**

É uma área utilizada por populações locais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

- **Reserva de fauna**

É uma área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.

- **Reserva de Desenvolvimento Sustentável**

Conforme definição do SNUC, é uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.

- **Reserva particular do Patrimônio Natural**

É uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Anteriormente à Lei do SNUC existiam, ainda, em nível federal quatro Reservas Ecológicas, sendo que duas já foram reclassificadas para estações ecológicas. Existem ainda, duas que terão sua categoria redefinida de acordo com o que preceitua o artigo 55 da Lei 9.985 / 2000 (SNUC).

VERSÃO DE MARÇO 2008

**ANEXO I – TABELAS DE CUSTOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL –
FEPAM**

TABELA DE VALORES PARA SERVIÇOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM REAIS³⁷

Porte	Potencial Poluidor	Transportadoras (qt de veículos)	LP (Licença Prévia)	LI (Licença de Instalação)	LO (Licença de Operação)
Mínimo	Baixo	1	R\$ 176,00	R\$ 176,00	R\$ 176,00
	Médio		R\$ 176,00	R\$ 176,00	R\$ 176,00
	Alto		R\$ 176,00	R\$ 176,00	R\$ 176,00
Pequeno	Baixo	2 a 5	R\$ 286,00	R\$ 804,00	R\$ 406,00
	Médio		R\$ 570,66	R\$ 973,00	R\$ 685,00
	Alto		R\$ 826,00	R\$ 2.254,00	R\$ 1.937,00
Médio	Baixo	6 a 15	R\$ 1.902,20	R\$ 2.899,00	R\$ 1.452,00
	Médio		R\$ 3.804,40	R\$ 4.139,00	R\$ 3.043,52
	Alto		R\$ 5.706,60	R\$ 5.649,00	R\$ 7.376,98
Grande	Baixo	16 a 50	R\$ 10.271,88	R\$ 5.510,00	R\$ 4.565,28
	Médio		R\$ 13.695,84	R\$ 9.130,56	R\$ 9.130,56
	Alto		R\$ 20.543,76	R\$ 15.978,48	R\$ 15.978,48
Excepcional	Baixo	Acima de 50	R\$ 28.533,00	R\$ 11.413,20	R\$ 11.413,20
	Médio		R\$ 38.044,00	R\$ 15.217,60	R\$ 15.217,60
	Alto		R\$ 66.577,00	R\$ 60.870,40	R\$ 60.870,40

³⁷ <http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/area4/14.asp>

VALORES PARA OUTROS DOCUMENTOS LICENCIATÓRIOS

Abreviatura	Descrição do Documento	Data Início Vigência	Valor do Documento
ATULIC	ATUALIZAÇÃO DE DOCUMENTO LICENCIATÓRIO	01/07/2008	R\$ 78,00
CPOA	CERTIFICADO DE CADASTRO LABORATÓRIO ANÁLISES AMBIENTAIS - PORTO ALEGRE	01/07/2008	R\$ 826,00
CRMPA	CERTIFICADO DE CADASTRO LABORATÓRIO ANÁLISES AMBIENTAIS - REG METR PORTO ALEGRE	01/07/2008	R\$ 1.222,00
CINTER	CERTIFICADO DE CADASTRO LABORATÓRIO ANÁLISES AMBIENTAIS - INTERIOR E OUTROS	01/07/2008	R\$ 1.536,00
ALTLAB	ALTERAÇÕES-CERTIFICADO DE CADASTRO LABORATÓRIO ANÁLISES AMBIENTAIS	01/07/2008	R\$ 296,00
AGRI	CERTIFICADO DE CADASTRO PRODUTO AGROTÓXICO CLASSE TOXICOLÓGICA I	01/07/2008	R\$ 8.126,00
AGRII	CERTIFICADO DE CADASTRO PRODUTO AGROTÓXICO CLASSE TOXICOLÓGICA II	01/07/2008	R\$ 7.297,00
AGRIII	CERTIFICADO DE CADASTRO PRODUTO AGROTÓXICO CLASSE TOXICOLÓGICA III	01/07/2008	R\$ 4.875,00
AGRIV	CERTIFICADO DE CADASTRO PRODUTO AGROTÓXICO CLASSE TOXICOLÓGICA IV	01/07/2008	R\$ 4.302,00
ALTAGR	ALTERAÇÕES-INFORMAÇÕES DE CADASTRO DE PRODUTO AGROTÓXICO	01/07/2008	R\$ 1.617,00
DISLIC	DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO LICENCIAMENTO	01/07/2008	R\$ 62,00
DLICMU	DECLARAÇÃO DE LICENCIAMENTO MUNICIPALIZADO	01/07/2008	R\$ 62,00
DREGUL	DECLARAÇÃO DE REGULARIDADE	01/07/2008	R\$ 62,00
DAPAMB	DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO AMBIENTAL	01/07/2008	R\$ 62,00
DGERAL	DECLARAÇÃO GERAL	01/07/2008	R\$ 62,00
DAF	DECLARAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE FROTA - TRANSPORTADORAS	01/07/2008	R\$ 78,00
AUTGER	AUTORIZAÇÃO GERAL	01/07/2008	R\$ 226,00
AUTMTR	AUTORIZAÇÃO MANIFESTO TRANSPORTE DE RESÍDUOS	01/07/2008	R\$ 225,00
AUTHER	AUTORIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE HERBICIDA	01/07/2008	R\$ 226,00
REPAGR	REGISTRO DE PRODUTOR DE AGROTÓXICO	01/07/2008	R\$ 1.484,00