

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
CAMPINAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E
DE TECNOLOGIA**

HUDSON DE SOUZA E SILVA

**ANÁLISE DO DESEMPENHO EM COMPLEXOS
EÓLICOS BRASILEIROS**

**CAMPINAS
2019**

2

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E
DE TECNOLOGIA

HUDSON DE SOUZA E SILVA

ANÁLISE DO DESEMPENHO EM COMPLEXOS
EÓLICOS BRASILEIROS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Área de Concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Orientador. Prof. Dr. Marcius Fabius Henriques de Carvalho

CAMPINAS
2019

Ficha catalográfica elaborada por Vanessa da Silveira CRB 8/8423
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

621.312136 Silva, Hudson de Souza e.
S586a Análise do desempenho em complexos eólicos brasileiros / Hudson
de Souza e Silva.- Campinas: PUC-Campinas, 2019.
113 f.: il.

Orientador: Marcius Fabius Henriques de Carvalho.
Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) -
Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Pontifícia
Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2019.
Inclui bibliografias.

1. Energia eólica. 2. Energia - Fontes alternativas. 3. Usinas elétricas - Brasil - Avaliação. I. Carvalho, Marcius Fabius Henriques de. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. III. Título.

CDD – 23. ed. 621.312136

HUDSON DE SOUZA E SILVA

**ANÁLISE DO DESEMPENHO EM COMPLEXOS
EÓLICOS BRASILEIROS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana. Área de Concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Orientador (a): Prof. (a). Dr. (a). Marcius Fabius Henriques de Carvalho.

Dissertação defendida e aprovada em 28 de fevereiro de 2018 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:

Prof. Dr. Marcius Fabius Henriques de Carvalho
Orientador da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Profa. Dra. Lia Toledo Moreira Mota
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Prof. Dr. Wanderlei Lima de Paulo
UNIFACCAMP - Centro Universitário Campo Limpo Paulista

*Dedico esse trabalho ao amigo e orientador,
Professor Dr. Marcius Fabius Henriques de
Carvalho, que estendeu a sua mão e me
colocou à caminhar novamente.*

AGRADECIMENTOS

Ao Sol por manter a vida em nosso planeta.

À minha Família por sempre incentivar esse mancebo a acreditar que é possível.

À minha querida Companheira por suportar-me nos momentos de angústia e motivação.

Aos Professores da Pontifícia Universidade Católica de Campinas pelo conhecimento compartilhado durante as aulas.

Aos Profissionais da Secretária do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana da Pontifícia Universidade Católica de Campinas por todo o suporte e paciência dispensada durante o processo de paralisação e retorno dessa pesquisa.

Aos Amigos que reconhecem a gratidão e a importância desse título em minha vida.

Aos Avaliadores que contribuíram significativamente para essa pesquisa de mestrado.

A Atlantic Energias Renováveis por ceder o tempo de trabalho para realizar um sonho.

*“Não seja mais um em tudo o que você se propuser a fazer”
(Zezão & Maria)*

RESUMO

HUDSON DE SOUZA E SILVA. *ANÁLISE DO DESEMPENHO EM COMPLEXOS EÓLICOS BRASILEIROS*. 2019. 113f. Projeto de pesquisa, Programa de Pós-graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas – São Paulo, 2019.

Nos últimos anos, países do ocidente e do oriente contribuíram significativamente com o crescimento da matriz energética mundial no tocante a novos projetos geradores de energia limpa. Com notoriedade mundial, o Brasil destaca-se pela dimensão territorial, confiabilidade operacional do sistema de geração e transmissão de energia, abundância de recursos naturais para fontes convencionais e não convencionais, potencial energético a desenvolver, e em 2018 conquistou a oitava posição do *ranking* mundial de capacidade instalada em energias renováveis. O avanço das fontes renováveis no Brasil, com ênfase para o setor eólico, tem como válvula propulsora os incentivos financeiros e fiscais fomentados no plano de crescimento do governo federal, atraindo para esse mercado investidores de diversos segmentos. Com o setor aquecido, os complexos eólicos passaram a ser negociados com maior fluidez no mercado brasileiro, sejam em projetos *greenfield*, *startups* de energia ou ativos em operação comercial, porém, com a estratégia de retorno rápido, a infraestrutura e engenharia aplicada vêm apresentando baixa eficiência no que diz respeito ao técnico operacional. Aspectos técnicos estão sendo discutidos em âmbito nacional através de *cases* que apresentam inúmeras falhas operacionais; precariedade na qualidade em equipamentos eletromecânicos; durabilidade de pás; geradores, multiplicadoras e demais subsistemas envolvidos na produção de energia eólica. Observa-se que a dependência de fabricantes e fornecedores internacionais, celebrados em contratos de longo prazo, traz à luz dos investidores novos riscos antes analisados no *Business Plan*. No sentido contribuir com a engenharia e com cenário futuro do setor de energia eólica do Brasil, esse trabalho discute os indicadores que mais impactam na produtividade e eficiência de geração de energia elétrica através de parques eólicos e os utiliza na avaliação do desempenho de um conjunto de usinas eólicas brasileiras. Espera-se, a partir da especificação dos indicadores definidos nesse trabalho e das avaliações de eficiências dos parques estudados, oferecer insumos e ferramentas que auxiliem os tomadores de decisão novos investimentos em complexos eólicos no Brasil.

Palavras Chave: energia eólica, investimentos, operação e manutenção, análise de dados.

ABSTRACT

HUDSON DE SOUZA E SILVA. ANALYSIS OF PERFORMANCE IN BRAZILIAN WIND COMPLEXES. 2019.113f. Research project, Post-graduation Program in Urban Infrastructure Systems, Pontifical Catholic University of Campinas, Campinas, 2019.

In recent years, western and eastern countries have contributed significantly to the growth of the global energy matrix as regards new clean energy generating projects. With world notoriety, Brazil stands out for the territorial dimension, operational reliability of the power generation and transmission system, supply of natural resources to conventional and non-conventional sources, energy potential to develop, and in 2018 won the eighth position of the world ranking of installed capacity in renewable energies. The advance of renewable sources in Brazil, with emphasis on the wind sector, has as a propellant the financial and fiscal incentive promoted in the growth plan of the federal government, attracting to this market investors of various segments. With the heated sector, the wind complexes began to be traded with greater fluidity in the Brazilian market, whether in greenfield projects, energy startups or assets in commercial operation, however, with the rapid return strategy, the infrastructure and applied engineering have been showing low efficiency in terms of operational technician. Technical aspects are being discussed at national level through cases that present numerous operational failures; precariousness in the quality of electromechanical equipment; blades durability; generators, gearbox and other subsystems involved in wind power production. It is observed that the dependence of international manufacturers and suppliers, concluded in long-term contracts, brings to the light of investors new risks previously analyzed in the Business Plan. In order to contribute to the engineering and future scenario of the wind energy sector in Brazil, this paper discusses the indicators that most impact on the productivity and efficiency of electricity generation through wind farms and uses them in the evaluation Of the performance of a set of Brazilian wind mills. It is expected, from the specification of the indicators defined in this work and the evaluations of efficiencies of the studied parks, to offer inputs and tools that help decision makers new investments in wind complexes in Brazil.

Keywords: *wind energy, investments, operation and maintenance, Data analysis.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Geração de Energia (MWh).....	14
Figura 2 - Orçamento do Programa de Aceleração do Crescimento (R\$ Bilhões)	15
Figura 3 - Composição da Matriz Elétrica Brasileira 2018 (GW)	19
Figura 4 – Evolução da Capacidade Instalada no Brasil	21
Figura 5 – <i>Ranking</i> de Nova Capacidade Instalada e Capacidade instalada do Mundo .	22
Figura 6 - Sistema Nacional de Transmissão de Energia Elétrica.....	23
Figura 7 - Fontes de Energia Renováveis	24
Figura 8 – Mapa do Potencial Eólico Brasil	25
Figura 9 – Complexo Eólico e os seus respectivos Parques Eólicos.....	26
Figura 10 – Visão esquemática da transformação de energia em um aerogerador.	27
Figura 11 – Visão esquemática dos principais componentes de um aerogerador.....	28
Figura 12 - Estrutura hierárquica geral do método AHP	44
Figura 13 - Matriz de decisões genérica, com suas respectivas condições	47
Figura 14 - Fronteira da eficiência no DEA.....	53
Figura 15 – Estrutura hierarquia dos indicadores do primeiro e segundo nível.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vida útil dos equipamentos e componentes	41
Tabela 2 – Escala de valores AHP para comparação pareada.	46
Tabela 3 - Critérios gerais para o PROMETHEE.....	51
Tabela 4 – Resultado consolidado dos 20 Avaliadores do primeiro nível.....	55
Tabela 5 – Matriz do resultado normalizado do primeiro nível	55
Tabela 6 – Resultado do Avaliador 20 para os indicadores do segundo nível	56
Tabela 7 – Matriz do resultado normalizado do segundo nível.....	56
Tabela 8 – Pesos consolidados após utilização do método AHP	57
Tabela 9 – Acrônimos, Indicadores e Unidade de medida	58
Tabela 10 – Dados secundários dos Complexos Eólicos no Brasil	58
Tabela 11 – Mínimo, Máximo e Intervalo dos indicadores (p e q)	58
Tabela 12 – Normalizando os dados	58
Tabela 13 – Diferença máxima e Indiferença entre os dados.....	59
Tabela 14 – Matriz de Avaliação da Usina A com as demais Usinas	59
Tabela 15 – Matriz de Avaliação da Usina B com as demais Usinas	59
Tabela 16 – Matriz de Avaliação da Usina C com as demais Usinas.....	59
Tabela 17 – Matriz de Avaliação da Usina D com as demais Usinas.....	59
Tabela 18 – Matriz de Avaliação da Usina E com as demais Usinas	60
Tabela 19 – Peso dos Indicadores do Segundo nível.....	60
Tabela 20 – Classificação das Usinas	60
Tabela 21 – Consolidado com o <i>Ranking</i> de Eficiência.....	61
Tabela 22 – Classificação das Usinas	61
Tabela 23 – Comparação do <i>Ranking</i> entre os métodos Promethe e DEA.....	61

LISTA DE BREVIATURAS

- ACL** – Ambiente de Contratação Livre
- ACR** – Ambiente de Contratação Regulado
- AHP** – *Analytic Hierarchy Process*
- ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica
- BIG** – Banco de Informações de Geração
- CCEE** – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
- CMAERO** – Custo Médio de O&M dos Aerogeradores
- CMOMBOP** – Custo Médio de O&M do BOP (*Balance of plant*)
- DEA** – *Data Envelopment Analysis*
- DISP** – Disponibilidade do Complexo (Aerogeradores e BOP)
- FCMV** – Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque
- LT** – Linha de Transmissão
- MT** – Média Tensão
- MTBF** – Tempo Médio Entre Falhas
- MTTR** – Tempo Médio Para Reparo
- ONS** – Operador Nacional do Sistema Elétrico
- PAC** – Plano Acelerado de Crescimento
- POTINST** – Potência Instalada
- PROINFA** – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
- PROMETHEE** – *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*
- ROBP** – Receita Operacional Bruta do Complexo Eólico
- SIN** – Sistema Interligado Nacional
- VMC** – Vida Média do Conjunto
- WTG** – *Wind Turbine Generation*

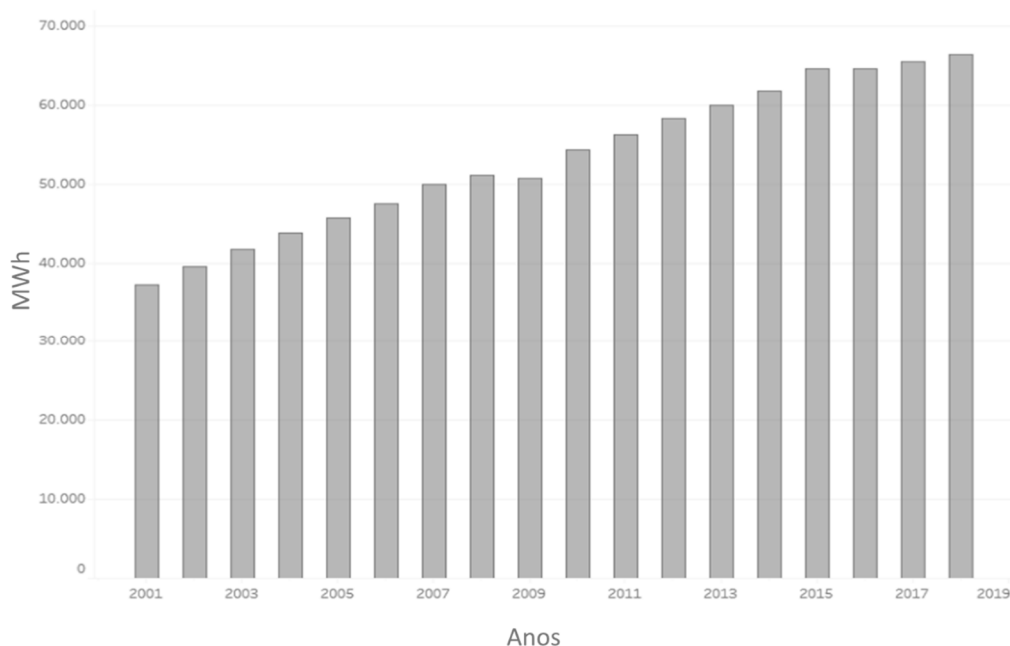
SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Objetivo.....	17
1.1.1. Objetivo principal	17
1.1.2. Objetivos específicos	18
1.1.3. Organização do Trabalho.....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1. Matriz Energética Brasileira	19
2.2. Sistema Interligado Nacional	22
2.3. Energia Renováveis.....	23
2.4. Energia Eólica.....	24
2.5. Parques ou Complexos Eólicos	25
2.5.1. Principais Equipamentos do Parque Eólico	26
2.6. Indicadores de Desempenho	30
2.6.1. Classificação dos Indicadores de Desempenho.....	31
2.6.2. Indicadores definidos para o Estudo de Caso.....	32
2.6.2.1. Receita Operacional Bruta	32
2.6.2.2. Custo médio de Operação e Manutenção do BOP	32
2.6.2.3. Custo médio de Operação e Manutenção dos Aerogeradores.....	34
2.6.2.4. Fator de Capacidade Médio Verificado	37
2.6.2.5. Disponibilidade do Parque Eólico.....	38
2.6.2.6. Capacidade Instalada	38
2.6.2.7. MTBF - Tempo Médio Entre Falhas	39
2.6.2.8. MTTR - Tempo Médio Para Reparo.....	40
2.6.2.9. Vida Média do Conjunto.....	40
3. METODOLOGIA	42
3.1. Avaliação dos Indicadores de Desempenho	42
3.2. Método Analytic Hierarchy Process (AHP).....	43
3.3. Método Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE).....	48
3.4. Método Data Envelopment Analysis (DEA).....	51
4. RESULTADOS	55
4.1. Aplicando a Avaliação dos Indicadores de Desempenho.....	55
4.2. Aplicando o método <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	55
4.3. Aplicando o método <i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i> (PROMETHEE)	58
4.4. Aplicando o método <i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA)	60
4.5. Comparação entre o PROMETHEE e o DEA.	61
5. CONCLUSÃO	62
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
7. APÊNDICE	67

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil vem gradativamente aumentando a demanda interna de energia e em 2018 alcançou 64.281 MWh de consumo, sendo a fonte eólica responsável por gerar 6.299 MWh, ou seja, 9,8% da geração total de 66.427 MWh registrada para o período (ONS, 2018). Na Figura 01 é possível visualizar a crescente demanda, tornando inegável a necessidade de se realizar investimentos em novos projetos para garantir a oferta, principalmente depois do apagão de 2001, onde a segurança energética virou um dos assuntos mais urgentes para o desenvolvimento do país.

Figura 1 - Geração de Energia (MWh)

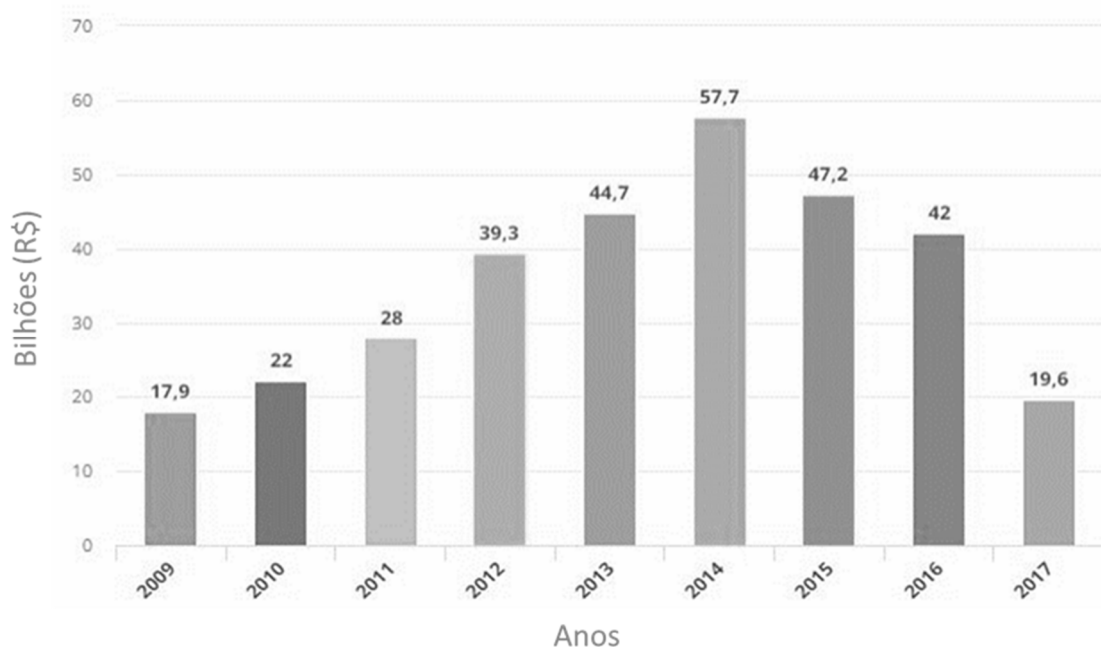


Fonte: ONS (2019)

Para atender a demanda atual de energia, o Governo Federal criou o Plano de Aceleração de Crescimento – PAC (BRASIL, 2007), do qual a finalidade principal do programa foi demonstrar ao cidadão brasileiro que sua gestão em novos projetos de infraestrutura seria de modo acelerada, objetivando devolver ao povo os benefícios oriundos dos impostos capitaneados. O PAC foi criado pelo Governo Federal afim de realizar investimentos públicos no desenvolvimento da infraestrutura no país, além das obras em rodovias, ferrovias, uma parcela do orçamento foi destinada ao setor energia elétrica e habitação. Até o momento, o orçamento realizado está na ordem de 320 bilhões de reais (Tesouro Nacional, 2017). Avaliando a eficácia do PAC, é possível avaliar uma a

baixa efetividade na execução dos projetos, onde apenas 20 projetos dos 100 projetos aprovados para a melhoria na infraestrutura brasileira foram concluídos (Ministério do Planejamento, 2013).

Figura 2 - Orçamento do Programa de Aceleração do Crescimento (R\$ Bilhões)



Fonte: Tesouro Nacional, (2017)

O setor de energia elétrica também foi beneficiado pelo PAC, contribuindo para impulsionar a construção de novas usinas, com destaque para fontes renováveis. A fonte eólica que, atualmente, contribui com mais de 9% da matriz energética brasileira (ABEEólica, 2018) é resultante dos projetos que estão distribuídos através de parques eólicos localizados no Sul, Sudeste e Nordeste do país, sendo essas, as regiões evidenciadas como potencial energético após a publicação do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (ELETROBRAS, 2001).

Com o início das obras motivadas pelo PAC, surgem os primeiros impasses com o licenciamento de construção e operação junto aos órgãos ambientais, atraso nos cronogramas de fabricação de equipamentos, mobilização de mão de obra, construção de canteiros, logística de entrega de materiais e equipamentos, conexão ao sistema interligado e demais adventos decorrentes das grandes construções, porém, no que se referem aos parques eólicos, os empreendimentos dependiam, também, da construção de novas subestações e linhas de transmissão que pudessem escoar a produção de

energia. Essas etapas são de suma importância para iniciar os ensaios de comissionamento e início da operação comercial de qualquer empreendimento gerador de energia. Entretanto, teve-se o descasamento do cronograma de entregas de linhas de transmissão, ocorrido, em grande parte pelo atraso na liberação da Licença Ambiental atribuído ao Ministério de Meio Ambiente.

Além dos impactos decorrentes dos atrasos citados, o setor também sofreu com a logística de equipamentos e componentes inseridos na operação da usina eólica. Na contabilidade brasileira, os ativos são registrados a preço de custo, de acordo com o princípio contábil do “custo como base de valor”. O valor de custo engloba todos os gastos adicionais e necessários para que o ativo seja colocado em funcionamento (BRASIL, 1976). Esses itens possuem elevado valor financeiro, sendo eles: pás, nacelle, torre, multiplicadora de velocidade (*gearbox*), gerador, conversor, sistema de orientação, sistema de passo, anemômetros, transformador, seccionadoras MT (Média Tensão), talha de corrente, elevador e demais subcomponentes do aerogerador.

A vida útil do bem é relacionada à influência de fatores físicos e funcionais que, normalmente, atuam em conjunto, dificultando a determinação da intensidade e origem dos efeitos que provocam a redução ou perda de valor dos ativos do imobilizado (WALTER, 1981). No caso do parque eólico, a vida útil em si varia entre 25 a 30 anos para equipamentos robustos, como a turbina; e de 10 a 15 anos para dispositivos eletrônicos. Nesse sentido, inúmeros equipamentos como, por exemplo, o aerogerador, sofrem com a tropicalização, ou seja, equipamentos em operação no Brasil com o *modus operandi* para condições climáticas na Europa.

Com a derrocada do PAC na infraestrutura do Brasil, investidores nacionais revisitaram o plano de expansão energético no médio e longo prazo e realizaram as ações preventivas e corretivas básicas devido ao elevado custo operacional necessário para manter a Operação e Manutenção segura dos ativos. Com o risco Brasil elevado, investidores estrangeiros passaram a ter maior poder de negociação na aquisição dos ativos no Brasil, sendo o enfraquecimento cambial um atrativo, ampliação e diversificação do portfólio de negócios, exposição positiva das organizações no mercado renovável e sustentável.

As negociações de compra de ativos, geralmente, são norteadas através da IRR (*Internal Rate of Return*) ou TIR (Taxa Interna de Retorno), que representa desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, seja igual aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente (KEYNES, 1936). Entretanto para inúmeros cases é necessário que os investidores façam novos aportes financeiros para obter a melhor desempenho do ativo adquirido, logo, circunstâncias não mapeadas durante a transação de compra do ativo possam afetar a TIR calculada.

É possível observar que muitos investidores que apostaram em diversificar seu portfólio de negócios não possuíam a *expertise* necessária para mapear todos os riscos, passando a conviver com a dependência dos elevados custos com contratos de Operação e Manutenção; as dificuldades do lastro de equipamentos com defeitos ocultos; o fim de garantia dos equipamentos; a baixa qualificação de mão de obra; a real viabilidade energética e das falhas decorrentes dos erros de projetos durante a construção, gerando assim ineficiência nos indicadores de aquisição.

Visando contribuir com o setor de energia elétrica e para com a bibliografia brasileira, o resultado desse trabalho traz à luz o conjunto de indicadores de desempenho aderentes para obtenção do resultado comparativo de usinas eólicas utilizando os métodos numéricos, usualmente empregados para fins de tomada de decisão, sendo o AHP - *Analytic Hierarchy Process* (Saaty 1981) um método que consiste em realizar comparações entre os atributos e as alternativas; o PROMETHEE - *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation* (Brans & Vincke, 1985) que consiste em construir uma relação sobre a classificação de valores e o DEA - *Data Envelopment Analysis*, que é uma técnica não paramétrica baseada em programação linear para determinar a eficiência relativa de unidades produtivas (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978).

1.1. Objetivo

1.1.1. Objetivo principal

O objetivo desse trabalho é propor um conjunto de indicadores de desempenho que possibilita maximizar ou minimizar os impactos em produtividade e eficiência de geração de energia elétrica em usinas eólicas brasileiras.

1.1.2. Objetivos específicos

Avaliar a aplicabilidade dos métodos numéricos para comparar um conjunto de usinas eólicas brasileiras utilizando os indicadores de desempenho proposto como objetivo principal.

1.1.3. Organização do Trabalho

A fim de alcançar o objetivo geral desse trabalho, faz-se necessário explorar os seguintes objetivos específicos:

- Pesquisar quais os indicadores que contribuem para o desempenho de operação e manutenção de um parque ou complexo eólico;
- Definir os critérios para avaliação do desempenho da operação e manutenção de um conjunto de usinas eólicas;
- Coletar os dados de amostragem de campo e realizar consolidação;
- Processar dados para avaliar o desempenho dos complexos eólicos no Brasil, em estudo, utilizando os métodos multicritérios.

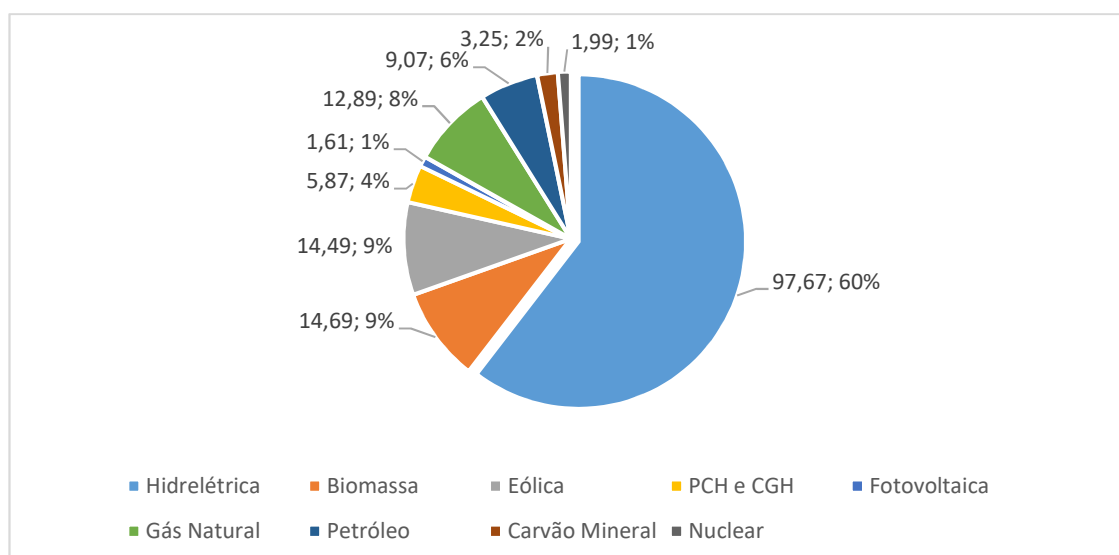
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Matriz Energética Brasileira

A matriz energética brasileira possui um portfólio diversificado de empreendimentos geradores, sendo a fonte hídrica a de maior relevância para o setor. Hoje, o Brasil possui, no total, 7.290 empreendimentos em operação, totalizando 171.106.076 kW de potência instalada e com vários projetos prestes a entrarem em operação, adicionando mais potência na matriz (ANEEL, 2019).

O Brasil é o 7º maior consumidor de energia do mundo e o maior da América do Sul, assim como um grande produtor de petróleo e gás natural e o segundo maior produtor de etanol combustível do mundo. As agências governamentais responsáveis pela política de energia são o Ministério de Minas e Energia (MME), o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). As empresas estatais, Petrobras e Eletrobrás, são os principais atores do setor de energia do Brasil, assim como da América Latina. Como é mostrado na Figura 03, a matriz energética brasileira é inclinada para os recursos hídricos, porém, é possível identificar uma rica variedade fontes energéticas.

Figura 3 - Composição da Matriz Elétrica Brasileira 2018 (GW)

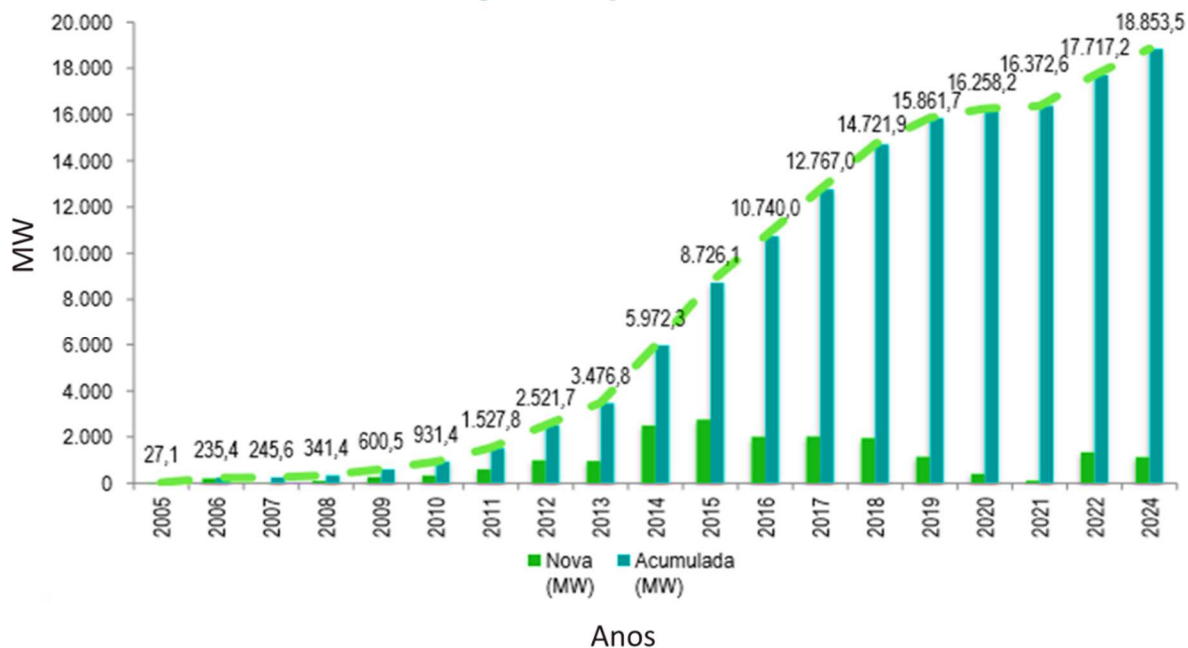


Fonte: ANEEL, (2018)

A Matriz Elétrica Brasileira, que apresenta uma configuração Renovável-Térmica, iniciou o mês de dezembro de 2018 com uma capacidade eólica instalada de 14,72 GW, a participação dessa fonte na matriz alcançou 8%. A curva da capacidade instalada da fonte eólica demonstra o crescimento virtuoso da fonte no decorrer dos anos. A composição dos dados é feita através da consolidação das capacidades contratadas nos ambientes de contratação livre e regulado, ACL e ACR, respectivamente. Ao final de 2024 serão 18,8 GW instalados em território brasileiro (ABEEólica, 2019). Na Figura 04 é possível visualizar que nos anos de 2011 e 2012, os projetos de energia eólica passaram a competir com as fontes convencionais de energia (térmicas fósseis e hidrelétricas), nos Leilões de Energia Nova (LEN). A partir desse momento, os preços da geração de energia eólica aproximaram-se da fonte convencional mais competitiva no país (a hidrelétrica) (BNDES, 2019). Do lado da oferta, os principais fatores que promoveram a implantação de projetos de energia eólica foram os seguintes:

- desonerações fiscais – em especial, a implantação do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (Reidi), com a desoneração de tributos federais sobre a receita dos projetos – e a redução do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) promovida por alguns estados sobre os equipamentos e componentes produzidos em seu território;
- enquadramento dos projetos no regime de tributação de lucro presumido, em vez de lucro real;
- desconto na tarifa de uso dos sistemas de transmissão e distribuição para a fonte; e
- condições de financiamento diferenciadas do BNDES para projetos de energia eólica, com desenvolvimento de uma metodologia específica de credenciamento de aerogeradores.

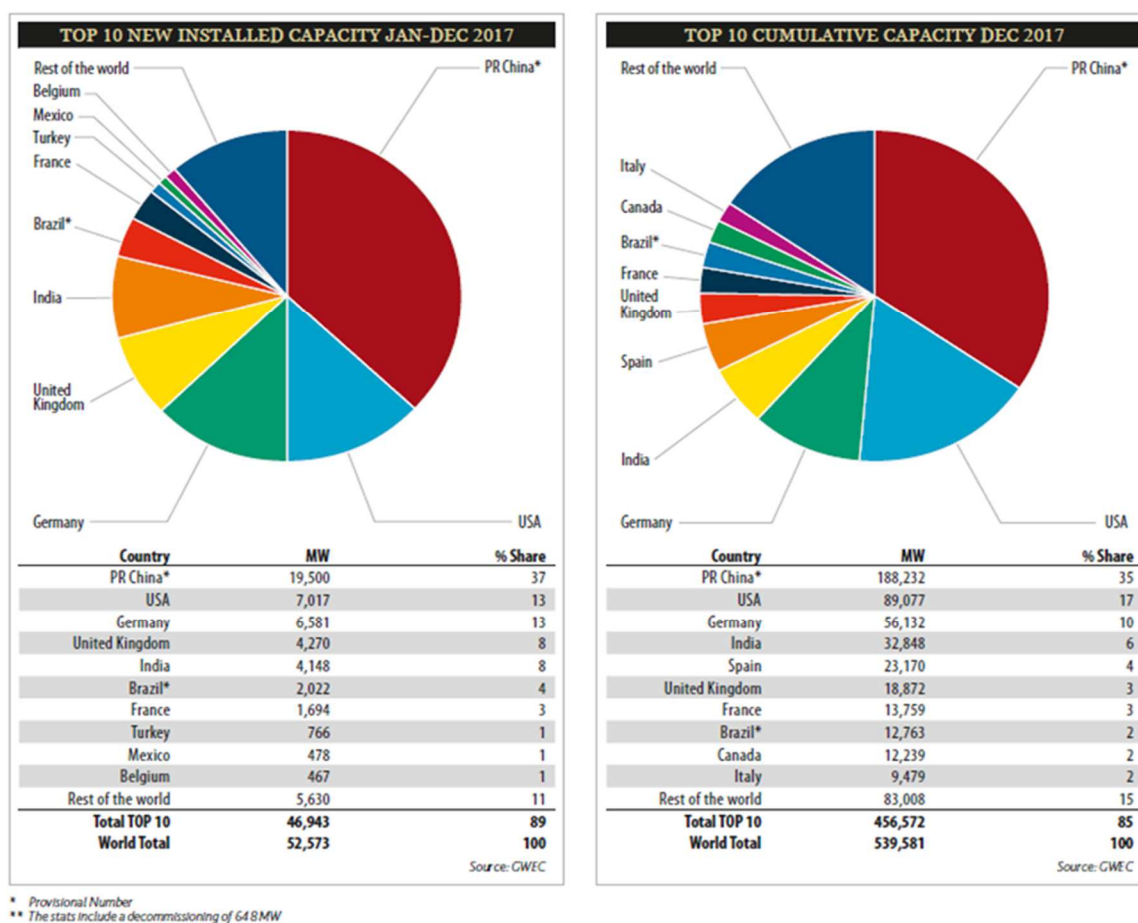
Figura 4 – Evolução da Capacidade Instalada no Brasil



Fonte: ABEEólica, (2018)

No *ranking* dos dez países com mais capacidade instalada total de energia eólica, o Brasil subiu uma posição e aparece, agora, em oitavo na lista dos maiores países, com 12,76 GW, ultrapassando o Canadá, que está com 12,39 GW. No *ranking* de nova capacidade instalada no ano, o Brasil está em sexto lugar, tendo instalado 2,02 GW de nova capacidade em 2018. Nesta categorização, o Brasil caiu uma posição, já que o Reino Unido subiu do nono para o quarto lugar, instalando 4,27 GW de capacidade de energia eólica em 2017 (ABEEólica, 2019).

Figura 5 – Ranking de Nova Capacidade Instalada e Capacidade instalada do Mundo

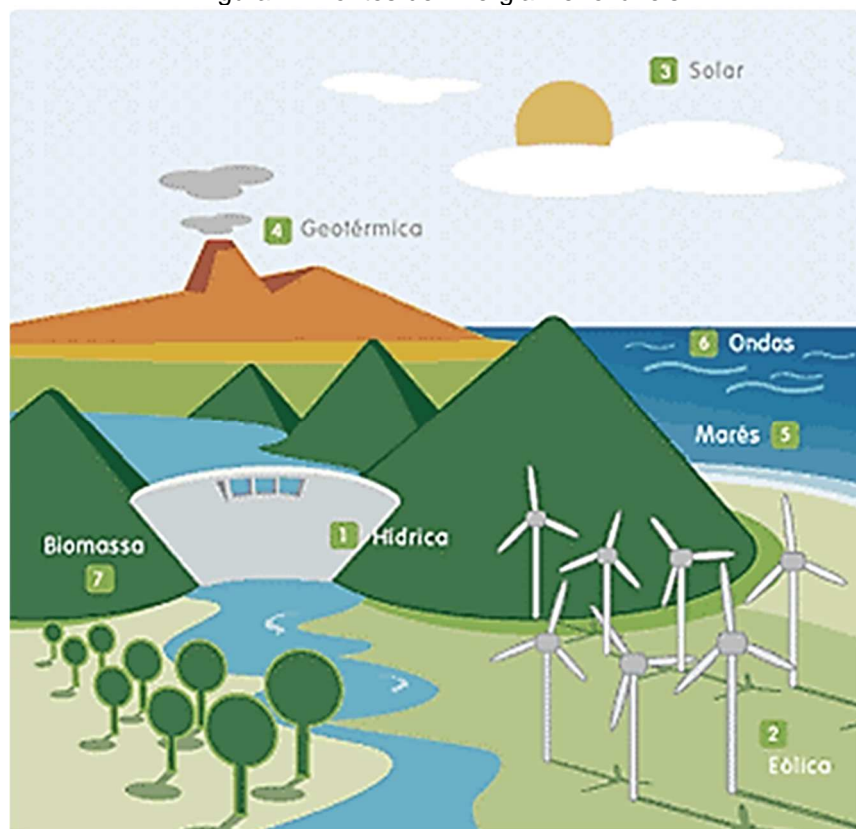


Fonte: GWEC, (2017)

2.2. Sistema Interligado Nacional

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é um sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica com tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial, englobando as cinco regiões do Brasil e com forte predomínio de usinas hidrelétricas. Regulado e fiscalizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), cabe ao Operador Nacional do Sistema (ONS) a coordenação e controle, de acordo com as disposições dos Procedimentos de Rede, que são documentos de caráter normativo, elaborados pelo próprio ONS com participação dos agentes, sendo esses aprovados pela ANEEL. Esses procedimentos definem os requisitos necessários à realização das atividades de planejamento da operação eletro energética, administração da transmissão, programação e operação em tempo real no âmbito do SIN (ONS, 2018).

Figura 7 - Fontes de Energia Renováveis



Fonte: ISBA, (2018)

Algumas dessas fontes apresentam intermitências na geração de energia elétrica ao longo do dia ou do ano, como é o caso da eólica, que depende de ventos, e da energia solar. No caso da fonte hídrica, podem ocorrer estiagens (secas).

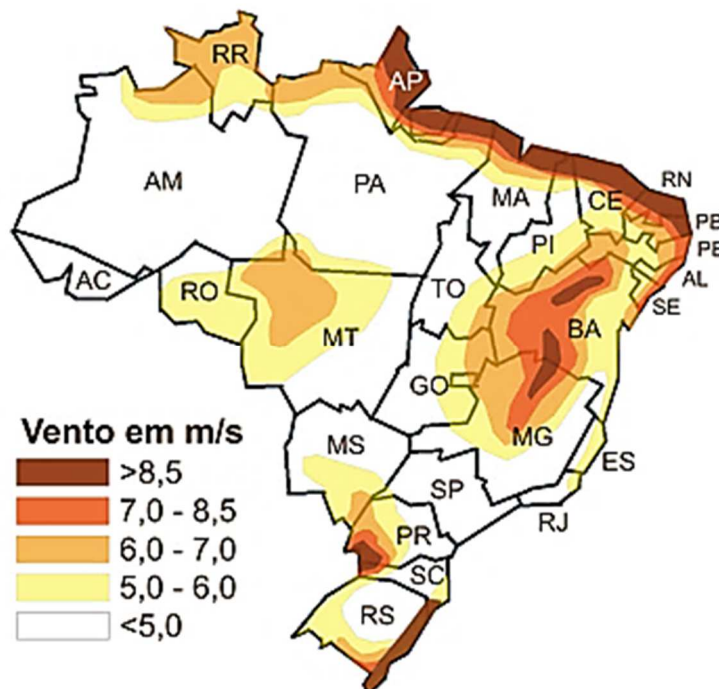
As fontes renováveis de energia são consideradas limpas, pois emitem menos gases de efeito estufa (GEE) que as fontes fósseis e, por isso, estão conseguindo uma boa inserção no mercado brasileiro e mundial.

2.4. Energia Eólica

Fthenakis *et al.* (2009) explicam que energia eólica é a transformação da energia do vento em energia útil, tal como na utilização de aerogeradores para produzir eletricidade, moinhos de vento para produzir energia mecânica ou velas para impulsionar veleiros. A energia eólica, enquanto alternativa aos combustíveis fósseis é renovável e inesgotável. Para gerar eletricidade através de aerogeradores, esta fonte só pode ser aproveitada nos momentos em que há vento constante e suficiente. Como é demonstrado

na Figura 8, no Sul e no Nordeste brasileiro, os ventos são abundantes e permitem a instalação de vários parques ou complexos eólicos (ELETROBRAS, 2001).

Figura 8 – Mapa do Potencial Eólico Brasil

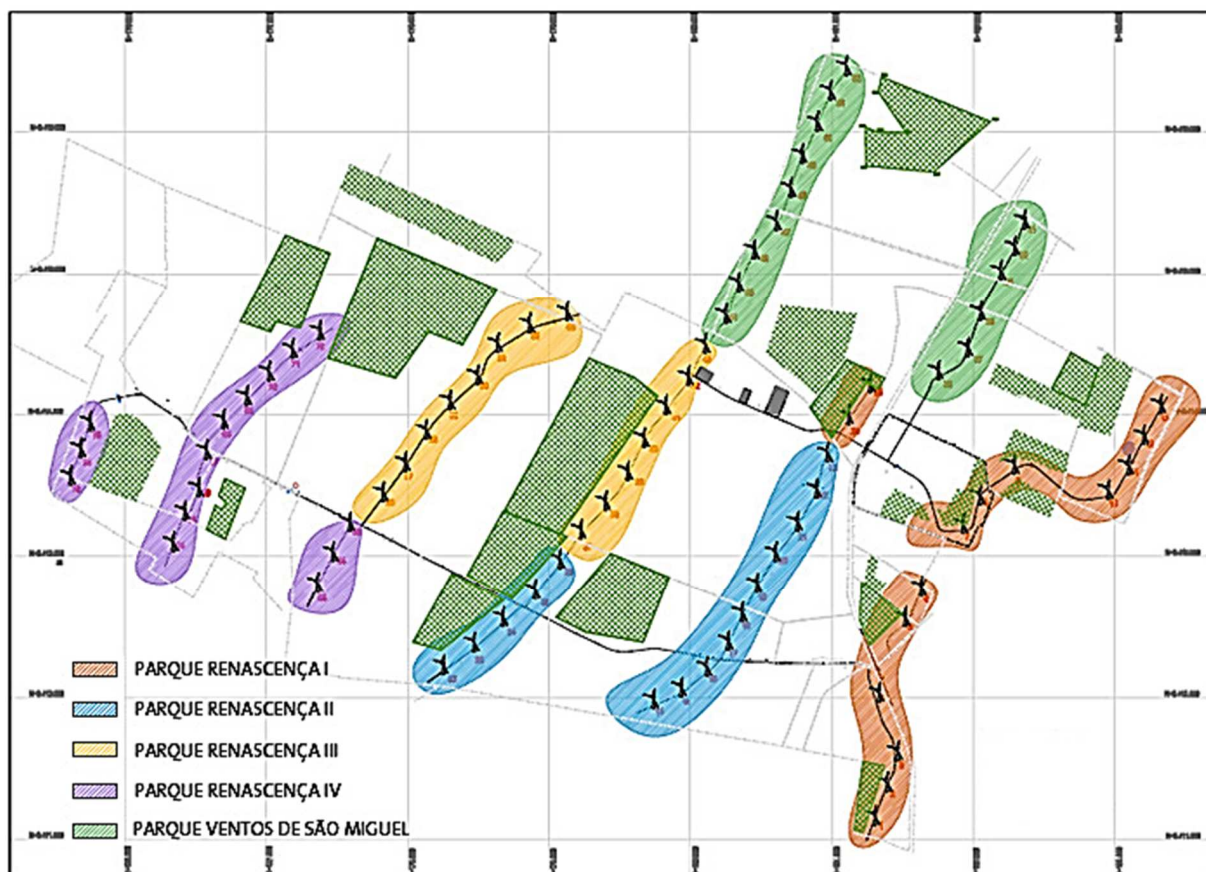


Fonte: UFRGS, (2001)

2.5. Parques ou Complexos Eólicos

Os parques eólicos ou complexos eólicos possuem um conjunto de aerogeradores individuais conectados a uma rede de distribuição e posteriormente na rede de transmissão de energia elétrica. Os parques eólicos de pequena dimensão são usados na produção de energia em áreas isoladas. Para implantar um parque ou complexo eólico, deve-se atentar aos riscos ambientais que envolvem a migração das aves, que podem bater nas hélices dos aerogeradores, assim como avaliar os impactos aos ambientes naturais decorrentes das obras de implantação do projeto, como exemplo a poluição sonora e visual ocasionada pelos aerogeradores.

Figura 9 – Complexo Eólico e os seus respectivos Parques Eólicos



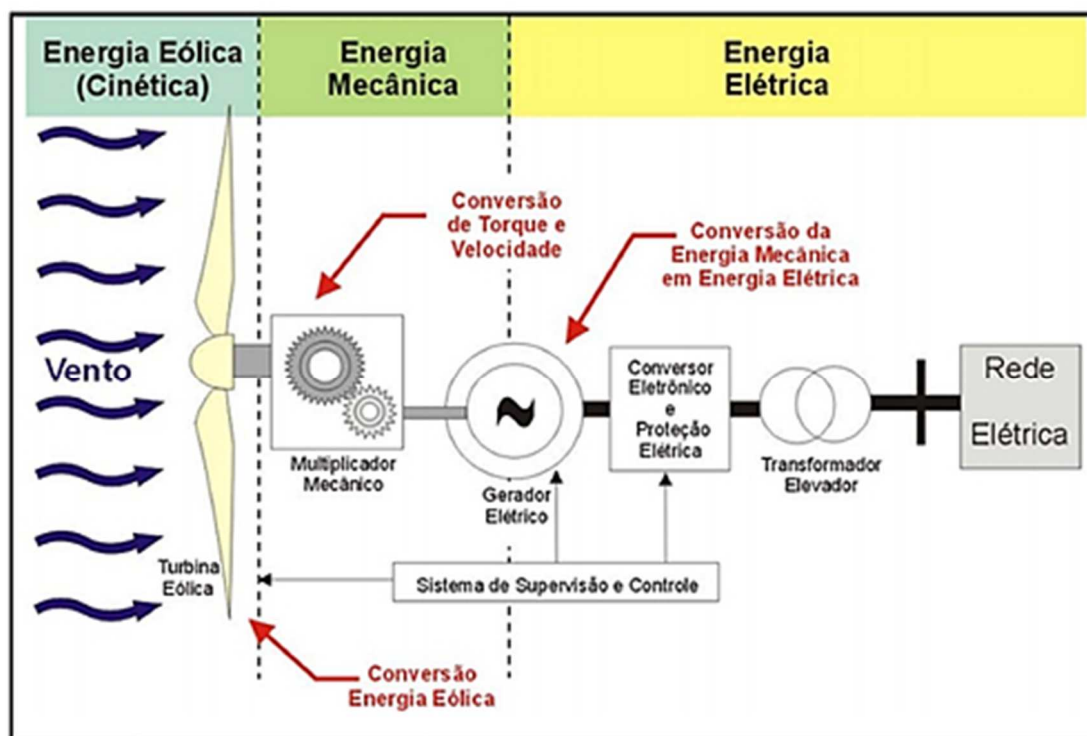
Fonte: o autor

2.5.1. Principais Equipamentos do Parque Eólico

Os equipamentos do aerogerador são dimensionados conforme característica típica do local a ser implantando, no caso do Brasil, existe um forte impacto na eficácia desse conjunto de equipamentos devido a tropicalização. Essa adaptação de projetos para o Brasil tem se renovado, após constatar fatores de capacidade mais elevados na América do Sul em comparação aos demais continentes que já utilizam há décadas dessa tecnologia, diferença climática e salinização em decorrência da concentração de sais. As Figuras 10 e 11 apresentam o processo de transformação de energia e os principais componentes do aerogerador, respectivamente.

De acordo com o princípio de conservação de energia, considerando algumas perdas entre os processos, basicamente um aerogerador converte energia a partir de dois processos. Inicialmente a energia cinética do vento é transformada em energia mecânica e posteriormente em energia elétrica. Esses processos estão demonstrados na Figura 10.

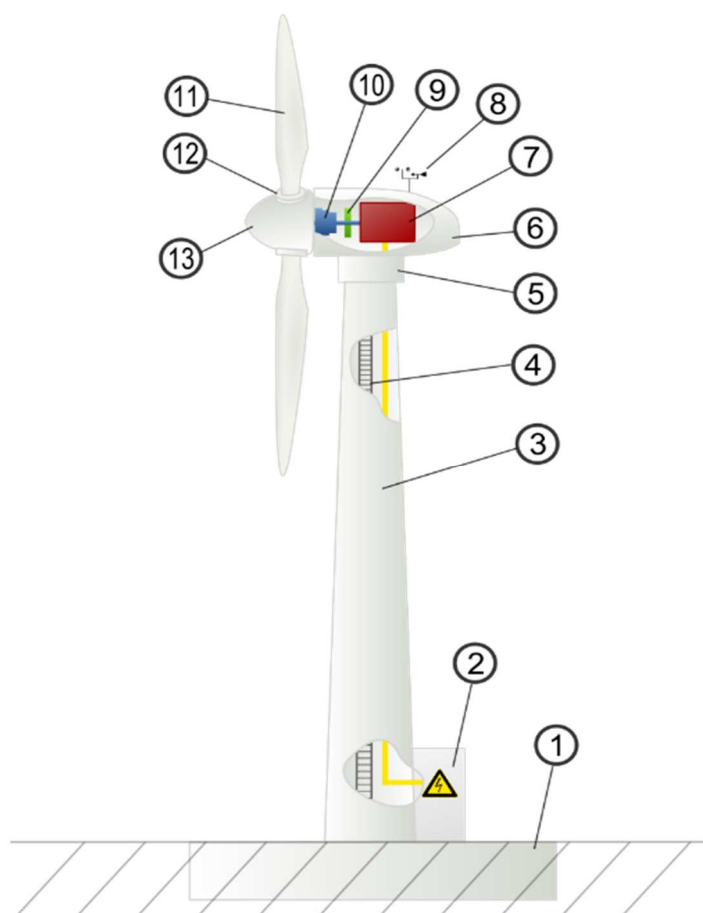
Figura 10 – Visão esquemática da transformação de energia em um aerogerador.



Fonte: Pavinatto, (2005)

As características dos aerogeradores no Brasil são predominantemente horizontais. Os aerogeradores horizontais são baseados nos moinhos de vento, compostos por um conjunto que tem no mínimo três pás. Os aerogeradores de eixo horizontal são os mais utilizados pelo fato do seu rendimento aerodinâmico ser superior aos de eixo vertical, viabilizando os custos de implantação e manutenção.

Figura 11 – Visão esquemática dos principais componentes de um aerogerador.



Fonte: Arne Nordmann (2014)

Os principais componentes de uma turbina eólica são:

- | | |
|--|---|
| (1) Fundação, | (8) Anemômetro, |
| (2) Conector à rede elétrica, | (9) Freio elétrico ou mecânico, |
| (3) Torre, | (10) Caixa de velocidades ou multiplicadora, |
| (4) Escada, | (11) Lâmina ou pá, |
| (5) Controle de orientação (<i>Yaw control</i>), | (12) Controle de orientação (<i>pitch control</i>), |
| (6) Nacelle, | (13) Roda ou Hub. |
| (7) Gerador, | |

Para desenvolver o indicador de Vida Média Útil, foi selecionado os principais componentes do Aerogerador devido a equidade no elevado custo de reposição, impacto

direto na produção de energia, regras contábeis para depreciação e dificuldades na logística, sendo:

- (1) Pás do Rotor são perfis aerodinâmicos responsáveis pela interação com o vento, convertendo parte de sua energia cinética em trabalho mecânico. Elas capturam a energia existente no vento e a transfere para o cone do rotor. As pás são fixadas através de flanges em uma estrutura metálica a frente do aerogerador denominada cubo / hub.
- (2) Nacele é a carcaça montada sobre a torre, onde se situam o gerador, a caixa multiplicadora de velocidade (*gearbox*), sistema de controle, medição do vento e motores para rotação do sistema com objetivo de melhorar posicionamento das pás em relação ao vento;
- (3) Gerador é responsável pela conversão da energia mecânica em energia elétrica. Ele está conectado ao sistema de conversor em escala completa via conexão direta do estator. O Gerador é um dos principais componentes da turbina. Ele converte o torque mecânico da caixa de velocidade para energia elétrica. O sistema de arrefecimento é feito pela troca de ar na parte superior do gerador;
- (4) Transformador de energia elétrica é um equipamento que tem como finalidade transmitir potência ou energia elétrica entre diferentes circuitos por meio da indução de tensão e corrente ou da modificação da impedância do circuito elétrico;
- (5) Torre tem a função de elevar a turbina do solo até uma altura conveniente, onde o vento apresenta maior velocidade, promovendo melhor desempenho do aerogerador. As torres são necessárias para sustentar e posicionar o rotor a uma altura conveniente para o seu funcionamento. É um item estrutural de grande porte e de elevada contribuição no custo do sistema. Inicialmente, as turbinas utilizavam torres de metal treliçado. Com o uso de geradores com potências cada vez maiores, as naceles passaram a sustentar um peso muito elevado tanto do gerador quanto das pás. Desta forma, para dar maior mobilidade e segurança para sustentar toda a nacele em alturas cada vez maiores, tem-se utilizado torres de metal tubular ou de concreto que podem ser sustentadas ou não por cabos tensores.

Os demais componentes e equipamentos que fazem parte do sistema de controle, monitoramento e operação do Aerogerador, não foram contemplados nesse estudo de caso.

2.6. Indicadores de Desempenho

Nos sistemas de medição de desempenho, que pode ser compreendida como a técnica usada para quantificar a eficiência e a eficácia das atividades, pesquisadores conceituados defendem sobre a esfera da análise quantitativa e qualitativa das organizações, a importância do uso de indicadores para o gerenciamento e auxílio a tomada de decisões. Essa narrativa pode ser observada na abordagem de: Kaplan e Norton (1997), que afirmam que nem tudo que não é medido não será gerenciado.

A linha sugerida por Juran (1992), aponta que o gerenciamento deve ser feito através do controle e na ação efetivamente correta, logo, se não há controle não haverá medições de controle, muito menos ações corretas a serem tomadas ao identificar falhas nos controles.

Martins (1998) apropria-se dos indicadores de desempenho como forma de mensurar todos os esforços empregados para atingir os resultados definidos pela organização.

Para Gil (1992), os indicadores envolvem uma cadeia mais ampla que apenas o ambiente interno das organizações, sendo apresentada, em sua visão, a necessidade de apresentar os indicadores internos aos consumidores finais para que esses possam tomar a decisão correta sobre sua própria análise.

Da mesma maneira, De Rolt (1998) aponta que os indicadores são elementos cruciais para a medição dos níveis de eficiência e eficácia dentro das organizações, trazendo à luz o desempenho de todos os processos produtivos existentes e que necessitam de avaliações, sejam por funcionários, executivos e clientes.

Os indicadores de desempenho são objetivados pelos autores na necessidade de buscar o controle, melhoria e auxílio nas decisões importantes que envolvem a gestão de processos produtivos, pessoas e organização.

Em muitos casos o processo de medição de desempenho fica prejudicado devido ao fato de que nem sempre os dados estão disponíveis, acessíveis ou estruturados na forma ideal para consolidação. Apesar da grande quantidade de variáveis objetivas ou subjetivas possíveis, como por exemplo os custos, percepção, quantidades, produtividade, ambiente, cultura, tempo, etc., Meyer (2003) afirma que simplificar a medição de desempenho é a melhor solução.

2.6.1. Classificação dos Indicadores de Desempenho

Os indicadores de desempenho podem ser classificados de diversas formas, conforme converge a aplicabilidade na medição de um determinado processo que necessita do controle, conforme afirmam alguns autores. Kaplan e Norton (1997) definem e classificam os indicadores de resultado através dos objetivos de curto prazo a serem alcançados sobre os vetores de desempenho que traduzem a estratégia definida para mensurar esses objetivos e resultados.

Para Oliveira *et al.* (1995) os indicadores podem ser operacionais e estratégicos, sendo o primeiro utilizado para alcançar os objetivos estratégicos da organização e o segundo de suma importância para acompanhar e definir a estratégia da organização sobre a fenda dos resultados obtidos.

Segundo Parmenter (2007), pode-se classificar os indicadores em três subgrupos, onde os indicadores chave de resultados são as medidas de acompanhamento das atividades; os indicadores de desempenho são necessários para a melhoria contínua dos processos e por fim os indicadores chave de desempenho que fornecem as informações estratégicas que balizam a busca do aumento de eficiência nos demais indicadores.

Por outro lado, Lantelme (1994), classificou em dois indicadores, sendo que os indicadores de desempenho específicos têm a função de apresentar os resultados operacionais e estratégicos, já os indicadores de desempenho global possuem abrangência de apresentar os resultados das organizações e setores comparando com o ambiente que está imerso.

2.6.2. Indicadores definidos para o Estudo de Caso

Para esse trabalho, que objetiva apresentar os indicadores mais aderentes e que possam nortear o tomador de decisão na aquisição ou não de um parque eólico, foram selecionados 09 (nove) indicadores de desempenho, divididos em 03 (três) de classes, sendo eles:

Classe Financeiro:

- (1) Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico;
- (2) Custo Médio de O&M (Operação e Manutenção) do BOP (*Balance of plant*);
- (3) Custo Médio de O&M dos Aerogeradores.

Classe Energético:

- (4) Capacidade Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL);
- (5) Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico;
- (6) Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP).

Classe Técnico:

- (7) MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Parque | Complexo Eólico;
- (8) MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Parque | Complexo Eólico;
- (9) Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres).

2.6.2.1. Receita Operacional Bruta

A receita bruta, para fins contábeis, é o produto da venda de bens e serviços, onde pode se afirmar que a Receita Bruta é a receita total decorrente das atividades-fim da organização, isto é, das atividades para as quais a empresa foi constituída, segundo seus estatutos ou contrato social.

2.6.2.2. Custo médio de Operação e Manutenção do BOP

O custo médio de O&M (Operação e Manutenção) para o BOP (*Balance of plant*) ou Balanço da Fábrica geralmente é usado, no âmbito de energia, para se referir a todos os componentes auxiliares e sistemas auxiliares de uma usina elétrica no processo de

fornecimento da energia, sendo estes transformadores, seccionadoras, disjuntores, inversores, estruturas de suporte, mão de obra, insumos e etc., dependendo do tipo de planta através de todas as atividades e responsabilidades definidas no escopo de trabalho entre o prestador de serviços e o cliente. Dentro de todas as responsabilidades e atividades desenvolvidas pelo BOP e que envolvem custos, destacam-se as seguintes:

Operação Local:

- (1) Controlar tensão de barramento e LT's (Linha de Transmissão);
- (2) Efetuar manobras programadas e não programadas nos equipamentos;
- (3) Análise preliminar de falha e ocorrências;
- (4) Emissão de Relatório Gerencial Mensal de Operação;
- (5) Emissão de Relatório Diário de Operação;
- (6) Elaborar procedimentos de segurança;
- (7) Disponibilizar mão de obra qualificada;
- (8) Atender a disponibilidade mensal contratual;

Operação em Tempo Real:

- (1) Interface com outros Centros de Operação e ONS;
- (2) Atendimento ao Acordo Operativo;
- (3) Execução de manobras através dos sistemas supervisórios;
- (4) Disponibilizar mão de obra qualificada.

Manutenção:

- (1) Executar inspeções diárias nos equipamentos do Complexo;
- (2) Executar manutenções rotineiras nos equipamentos do Complexo.
- (3) Acompanhamentos da programação de manutenção, relatórios, ordens de serviços, sobressalentes e índices através do software de manutenção;
- (4) Realizar ensaios nos equipamentos e emissão de relatório conforme periodicidade;
- (5) Inspeções e manutenções em redes de média tensão;
- (6) Inspeções e manutenções rotineiras no sistema de ar condicionado;
- (7) Inspeções e manutenção dos sistemas de iluminação interno e externo;

- (8) Inspeções e manutenções no SEP (Sistema Especial de Proteção);
- (9) Inspeções, testes e manutenções periódicas no GMG (Gerador de Emergência);
- (10) Atender a disponibilidade mensal contratual;
- (11) Dispor de mão de obra qualificada.

Controle de Sobressalentes:

- (1) Controle e emissão de relatório de Sobressalentes alocados no Complexo;
- (2) Especificação de equipamento e componentes para aquisição;
- (3) Conservação dos equipamentos estocados, limpeza e armazenamento adequado;

Limpeza e Conservação:

- (1) Limpeza e conservação das instalações do Complexo, contemplando a casa de comando, almoxarifado interno e externo, guaritas de acessos/terceiros, casa de resíduos e área químicos.

Para manter a conformidade e disponibilidade dos equipamentos, é acordado contratualmente a disponibilidade mensal (%) a se cumprir, sendo esse passível de multas contratuais pelo não atendimento. A indisponibilidade dos equipamentos é gerada através de manutenções programadas ou corretivas, disponibilizando os equipamentos para a Operação, logo, pode-se definir a disponibilidade mensal na seguinte expressão:

$$Disp. mensal (\%) = \left(\frac{\text{número de horas mês} - \text{horas de indisponibilidade BOP}}{\text{número de horas do mês}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Onde:

Número de horas mês = Total de horas relativa a quantidade de dias do mês

Horas de indisponibilidade do BOP = Somatório de horas de interrupção por atuação indevida

2.6.2.3. Custo médio de Operação e Manutenção dos Aerogeradores

O custo médio de O&M (Operação e Manutenção) de Aerogeradores ou *Service WTG (Wind Turbine Generation)* é ponderado através de todas as atividades e

responsabilidade definidas no escopo de trabalho entre o prestador de serviços e o cliente. Todas as atividades são mapeadas anteriormente ao processo de leilão, sendo essa uma etapa de suma importância para a análise de viabilidade operacional, posteriormente inserida no contrato de trabalho entre as partes.

No que se destina à Operação, pode-se considerar o conjunto de ações que desde o Centro de Operações do prestador de serviços, que realiza a operação remotamente, 24 horas do dia, 365 dias do ano ou em casos isolados a operação é localmente realizada por técnicos habilitados. Além de realizar a gestão do funcionamento dos equipamentos conforme manuais e procedimentos, diagnosticar a performance dos equipamentos e sua condição operacional, avaliar as avarias e submeter a célula de Manutenção, preparar relatórios técnicos, atuar dentro das legislações vigentes de segurança e trabalho e dispor de mão de obra qualificada e preparada para atuar de forma proativa visando a melhor disponibilidade dos equipamentos.

Para a Manutenção, pode-se considerar que é o conjunto de atividades ou atuações que têm como objetivo conservar os equipamentos sobre a responsabilidade do prestador de serviços em estado operativo normal. Compreende as atividades de manutenção preventiva, preditiva, pequenas e grandes correções, assim como regulagem dos diferentes equipamentos ou sistemas destinados a operação. Sendo a parte de maior risco e dispêndio envolvido, as atividades de Manutenção são detalhadas a fim de obter o melhor entendimento entre as partes envolvidas nos contratos. Dentre as atividades, temos:

- (1) Manutenção Preventiva: Atuações de forma rotineira e com periodicidade prefixada, com objetivo de conservação do estado geral dos diferentes equipamentos e seu correto funcionamento, procedendo quando for o caso à substituição ou reparação de componentes com o fim de evitar que se produzam anomalias ou avarias;
- (2) Manutenção do *Software*: Atuações corretivas que consiste em reparar erros no *Software* de operação dos equipamentos;
- (3) Manutenção no *SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*): Atuações oportunas para substituição de hardware ou atualizações do *software* do Sistema de

Controle Remoto, sendo o reset de contadores, gravação de LOG's, manutenção nas bases de dados ou qualquer manutenção para garantir o seu correto funcionamento;

(4) Pequena Correção: Atividades que inclui qualquer tipo de reparação ou substituição de peças sobressalentes (excluindo Grandes Componentes) ou consumíveis que sejam necessários para solucionar qualquer anomalia ou avaria, contanto que não impliquem em substituição completa de qualquer grande componente;

(5) Grande Correção: Atividades ou atuações onde são caracterizados como substituição ou reparo de "Grandes Componentes", sendo necessário pessoal especializado, ferramentas específicas, meios auxiliares de transportes, guindastes e programação especial para as melhores condições operacionais;

(6) Grandes Componentes: Pode-se destinar às Pás Eólicas, Multiplicadoras (*Gearbox*), Gerador de Energia, Eixos, Cubos e Rolamentos, Transformador, Torre de Concreto, Elevador, Equipamentos de potência e armários elétricos;

(7) Gestão do Estoque: Consiste na gestão e reposição de peças sobressalentes e consumíveis necessários para a realização dos trabalhos de operação e manutenção que se encontram dentro do escopo do Contrato de O&M;

(8) Consumíveis: Significa qualquer óleo, lubrificante, líquido, peça ou componentes requeridos para o correto funcionamento dos equipamentos e que deva ser substituído com regularidade e conforme manual de O&M;

(9) Peças Sobressalentes: Destina-se a qualquer componente, incluindo os Grande Componentes e excluídos os Consumíveis, destinado à reposição e substituição nos equipamentos;

(10) Ferramentas e equipamentos: São de obrigação da prestadora dotar e prover aos profissionais de manutenção a totalidade de ferramentas e equipamentos necessários para prestar a totalidade dos serviços previstos no escopo do contrato de O&M, incluindo os EPI's e EPCs.

Para os demais itens de escopo inseridos no contrato de O&M dos Aerogeradores, exclui-se outras responsabilidades contratuais entre o prestador de serviços e o cliente, sendo essas responsabilidades adotadas como dados secundários na análise preliminar dessa pesquisa.

2.6.2.4. Fator de Capacidade Médio Verificado

O fator de capacidade é conhecido como uma métrica que permite determinar a porcentagem de energia efetivamente capturada em relação ao que seria capturado se as turbinas eólicas estivessem operando a plena capacidade o tempo todo. A justificativa para não operar a plena capacidade é que existem ventos suficientes nos parques eólicos para gerar a capacidade nominal. Isto se cumpre para qualquer altura, mas a porcentagem do tempo na qual o vento incide nos aerogeradores é muito menor em altitudes elevadas.

Com base nesta medida, pode-se avaliar o potencial eólico ou de aproveitamento efetivo ou estimado, do total da potência máxima instalada de uma região. Um aspecto importante do cálculo do fator de capacidade é que ele depende das características das turbinas instaladas no parque eólico, além das características do terreno e do vento.

Teoricamente, considerando-se a velocidade do vento de forma discreta, o fator de capacidade pode ser expresso em termos de aproveitamento anual ou também pode ser calculado para outros intervalos de tempo.

A energia eólica produzida em um ano por pode ser definida como:

$$E_{elétrica} = \sum_{i=1}^n f_i \cdot P_i \cdot t \quad (2)$$

Onde:

f_i = frequência anual de ocorrência de uma velocidade de classe i ;

P_i = potência equivalente para velocidade de classe i (Watts);

t = intervalo de tempo entre as medições (horas).

O fator de capacidade (FC) de um determinado local é definido como a razão entre a energia produzida (ou estimada) durante um ano, e a energia que seria produzida caso o aerogerador operasse em sua potência nominal durante 100% do tempo.

O FC pode ser escrito como:

$$FC = \frac{E}{P \cdot T} \quad (3)$$

Onde:

E = é a energia gerada no período de tempo t , (MWh)

P = é a potência instalada, assegurada ou garantida (MW)

T = é o intervalo de tempo considerado

O fator de carga é adimensional, variando entre 0 e 1, e pode ser interpretado como sendo:

- O percentual de tempo, do período considerado, no qual o parque operou a plena carga;
- A potência média gerada, em percentual da potência total, no intervalo de tempo considerado.

2.6.2.5. Disponibilidade do Parque Eólico

Segundo Modarres *et al.* (1999) a disponibilidade operacional é calculada a partir do tempo em que o equipamento estava operando sobre o tempo total de estudo. Para Crowe *et al.* (2001), o tempo total pode ser visto como a soma do tempo total de parada e o tempo entre as manutenções. Logo a disponibilidade operacional pode ser, também, calculada pela expressão usualmente aplicada:

$$\text{Disponibilidade média} = 1 - \left(\frac{\text{Produção Indisponível}}{\text{Produção Disponível} + \text{Produção Indisponível}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Onde:

Produção disponível é o tempo total do dia, mês ou ano para a produção em MWh

Produção Indisponível é a produção esperada em MWh registrada pela aplicação de Referência de Medição durante o tempo de indisponibilidade da turbina.

2.6.2.6. Capacidade Instalada

A geração é o segmento da indústria de eletricidade responsável por produzir energia elétrica e injetá-la nos sistemas de transporte (transmissão e distribuição) para que chegue aos consumidores.

Algumas empresas do setor elétrico são proprietárias de muitos empreendimentos distintos, às vezes de fontes de energia diferentes, e o conhecimento

da concentração de oferta da energia por essas empresas é um tema relevante. Assim, trimestralmente a ANEEL disponibiliza a relação dos “Dez Maiores Agentes por Capacidade Instalada” do Brasil. A relação mencionada engloba todos os empreendimentos designados como “em operação”, ou seja, usinas geradoras que já iniciaram a operação comercial de pelo menos uma unidade geradora e que se encontram em situação operacional em que a energia produzida é disponibilizada ao sistema, podendo atender aos compromissos mercantis do agente ou para o seu uso exclusivo.

Os dados são expressos em quantidades e potência instalada em kW (quilowatt). A quantidade corresponde ao número de empreendimentos em operação comercial no período especificado. A potência instalada é definida pelo somatório das potências elétricas ativas nominais das unidades geradoras principais da central.

A unidade de energia elétrica atualmente utilizada pela ANEEL é o kWh (quilowatt-hora) ou o MWh (megawatt-hora). São unidades usadas para indicar a "potência vezes unidade de tempo" que uma usina de geração de energia pode produzir em um tempo especificado. Essa produção de energia elétrica pode ocorrer por meio de diversas fontes de geração, dentre elas: termelétricas, eólicas, hidrelétricas, fotovoltaicas, termonucleares etc.

2.6.2.7. MTBF - Tempo Médio Entre Falhas

O indicador MTBF (*Mean Time Between Failures*) é uma sigla que nos países de língua inglesa significa Tempo Médio Entre Falhas, sendo que no Brasil podemos encontrar a sigla em Inglês e a sigla em Português (TMEF), as duas formas são comuns embora a primeira seja mais utilizada.

O MTBF é um indicador importante que calcula a média dos tempos existentes entre o fim de uma falha e início de outra (a próxima falha) em equipamentos reparáveis. A fórmula de cálculo do MTBF é:

$$MTBF = \frac{TOPT - \text{Tempo de Máquina Parada}}{N} \quad (5)$$

Onde:

TOPT= Tempo de Operação Total (horas do mês ou ano)

Tempo de Máquina Parada = Somatório dos tempos em que a máquina ou parada devido a uma falha

N = Número de falhas (somente corretivas)

2.6.2.8. MTTR - Tempo Médio Para Reparo

O indicador MTTR (*Mean Time to Repair* ou tempo médio para reparo) é a média de tempo que se leva para executar um reparo após a ocorrência da falha. Ou seja, é o tempo em que a equipe de manutenção leva para repor a máquina em condições de operar desde a falha até o reparo ser dado como concluído e a máquina ser aceita em condições para operar. A formula de cálculo do MTTR é:

$$MTTR = \frac{TH(\text{Total de horas trabalhadas em OS's})}{NO(\text{número de OS's})} \quad (6)$$

Onde:

TH= Total de horas trabalhadas (HH: hora/homem)

OS: Ordens de Serviços mês ou ano

NO= Número de Ordens de Serviços executadas para reparos

2.6.2.9. Vida Média do Conjunto

Para esse indicador, será considerado a estimativa média de vida útil do conjunto de grandes componentes que compõem um parque ou complexo eólico. Contextualizando, esse tema em sido objeto de inúmeros estudos, os quais se baseiam em levantamentos estatísticos de vários anos. O levantamento estatístico tem a vantagem intrínseca de considerar todos os fatores que podem levar um bem a sair de operação. A determinação da vida útil em laboratório considera apenas alguns fatores físicos, sendo os principais esforços térmicos e mecânicos e, neste caso, a vida útil assim determinada tem aplicações restritas. Para essa dissertação, considera-se como vida útil média o período em que o equipamento ou conjunto tenha entrado em operação, ou seja, quanto mais tempo estiver em operação, maior vai ser a depreciação do equipamento, conforme a tabela 1.

Tabela 1 - Vida útil dos equipamentos e componentes

	Tipologia	Vida Útil (anos)	Vida Útil (meses)
Conjunto de Equipamentos	Geradores	27	324
	Naceles	27	324
	Pás	27	324
	Transformadores	27	324
	Torres	35	420
	Sistemas de Transmissão	15	180

Fonte: Adaptado de Manuais e Instruções dos Fabricantes

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para esse trabalho foi de caráter exploratório, onde coletou-se dados secundários de 05 (cinco) complexos eólicos instalados no Brasil, sendo esses simulados e comparados através dos métodos AHP, Promethee e DEA.

Como proposta de pesquisa e para melhor compreensão, esse trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

- i) Pesquisar artigos e dissertações que contribuíram com dados e estudos de casos sobre custos de O&M em parques eólicos do Brasil;
- ii) Explorar o estado da arte sobre energia eólica no Brasil;
- iii) Submeter o questionário para a avaliação dos tomadores de decisão mapeados;
- iv) Consolidar os dados secundários obtidos em campo;
- v) Realizar modelagem utilizando o método AHP;
- vi) Realizar modelagem utilizando o método Promethee;
- vii) Realizar modelagem utilizando o método DEA, e;
- viii) Comparar os resultados obtidos através de cada modelo e identificar quais os indicadores são aderentes para avaliar o desempenho dos complexos avaliados na pesquisa.

3.1. Avaliação dos Indicadores de Desempenho

Para a aplicação da entrevista com os Avaliadores da etapa (iii) dessa pesquisa, foi desenvolvido através da plataforma gratuita e segura oferecida pelo *Google Docs* o questionário com perguntas de múltiplas escolhas, estando esse questionário disponível na página [Avaliação dos Indicadores de Performance](#), Souza Hudson (2018). Os dados obtidos nessa etapa da pesquisa foram utilizados para definir o peso de cada indicador, sendo esse utilizados nos demais métodos a serem aplicados. O método proposto foi efetuado através do enviado de e-mail, convidando 20 (vinte) profissionais que atuam no setor de energia, sendo esses atuantes na área técnica ou comercial, tático ou estratégico do *business*, que possuem *background* para tomada de decisões estratégicas e técnicas, a participarem do projeto de pesquisa. Cada Avaliadores recebeu o *link* do questionário

de avaliação e mediante a aceitação do termo de consentimento livre e esclarecido, contido na primeira página.

3.2. Método Analytic Hierarchy Process (AHP)

O fundamento da teoria representa a igualdade do processamento natural da mente humana que diante aos inúmeros elementos, sejam controláveis ou incontroláveis, a tendência humana é integralizar as propriedades em níveis ou grupos. Essa repetição de percepção de prioridades executadas pelo cérebro é o pilar central da ideia de hierarquia por níveis estratificados, podendo lidar com aspectos qualitativos e quantitativos de um problema de decisão (SAATY, 1991).

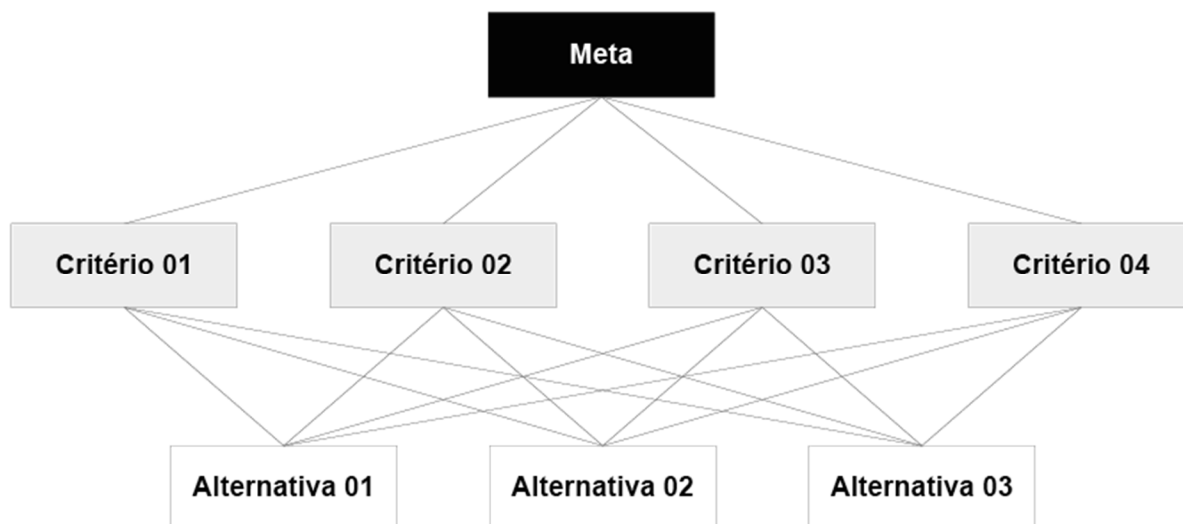
SAATY (1991) também afirma que hierarquia é uma abstração da estrutura de um sistema para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total. Essa abstração pode tomar várias formas inter-relacionadas, todas descendentes de um objetivo geral, abrindo-se em subjetivos, desmembrando-se nas forças influentes e até nas pessoas que influenciam essas forças.

O *Decision Support Systems Glossary* (DSS, 2006) define o método AHP como uma aproximação para tomada de decisão que envolve estruturação de multicritérios de escolha numa hierarquia. O método avalia a importância relativa desses critérios, compara alternativas para cada critério e determina um *ranking* total das alternativas, ou seja, para analisar os elementos dessa hierarquia, a questão definida por Saaty é que os pesos dos fatores individuais do nível mais baixo da hierarquia influenciam seu fator máximo.

Entende-se que dessa forma a intensidade do domínio de um critério sobre o outro ou de uma alternativa sobre a outra é perceptível. Assim, as aplicações do método AHP incluem e medem todos os fatores importantes, qualitativamente e quantitativamente mensuráveis, sejam eles tangíveis ou intangíveis, para aproximar-se de um modelo realista. Grandzol (2005) destaca que o método possui limitações em caso de aplicabilidade errônea em ambientes desfavoráveis, cuja a simplificação e facilidade de excessiva de comparações podem comprometer o resultado.

A metodologia do método AHP constitui-se basicamente na decomposição por hierarquias e síntese pela identificação de relações através de escolha consciente, conforme Figura 12.

Figura 12 - Estrutura hierárquica geral do método AHP



Fonte: Adaptado de Saaty (1990, 1991)

A prática da tomada de decisões está ligada à avaliação de todas as alternativas pretendidas pelo conjunto de objetivos. A dificuldade está em escolher a alternativa que melhor satisfaz o conjunto total de objetivos. Essa é a problemática a ser solucionada, onde, o método propõe em obter os pesos numéricos para alternativas com relação a subobjetivos e, para subobjetivos com relação a objetivos de ordem mais elevada (SAATY, 1991).

De forma instrucional, o método é constituído pelos seguintes passos:

- (1) Identificação do problema e determinação dos conhecimentos necessários para sua resolução;
- (2) Estabelecimento de uma hierarquia, começando pelo objetivo da decisão que precisa ser tomada, depois pelos critérios que devem ser avaliados e por último as alternativas disponíveis na Figura 12;
- (3) A construção de uma matriz comparativa. Cada elemento na parte superior é usado para comparar os elementos imediatamente inferiores (alternativas);

- (4) Os pesos estabelecidos pelas comparações são utilizados para ponderar as prioridades no nível imediatamente inferior. Este processo é repetido para todos os elementos e para toda a hierarquia;
- (5) Aplicação das prioridades, que são obtidas por meio da matriz comparativa entre todos os critérios, na análise final após a obtenção de todas as matrizes normalizadas de cada um dos critérios.

O peso relativo de cada um dos critérios individualmente é obtido através da normalização da matriz comparativa entre os critérios, assim como é feito para a avaliação entre dois critérios por vez. Assim como foi dito anteriormente a somatória de cada coluna da matriz normalizada deve ser igual a um ou próximo a um por conta do critério utilizado no arredondamento, caso contrário encontra-se um erro na avaliação. A coluna normalizada dos critérios corresponde também ao vetor de *Eigen* de cada critério.

Grandzol (2005) descreve que, através de comparações aos pares em cada nível da hierarquia baseadas na escala de prioridades do método AHP, os Avaliadores desenvolvem pesos relativos, chamados de prioridades, para diferenciar a importância dos critérios.

Para se fazer bom uso da escala de prioridades, entretanto, é preciso compreender o que são os julgamentos no método criado por Saaty. Um julgamento ou comparação é a representação numérica de uma relação entre dois elementos que possuem a mesma importância. O grupo de todos esses julgamentos pode ser representado numa matriz quadrada, na qual os elementos são comparados com eles mesmos. Cada julgamento representa a dominância de um elemento da coluna à esquerda sobre um elemento na linha do topo (Saaty, 1994).

A escala recomendada por Saaty (1991), apresentada na Tabela 2, vai de 1 a 9, com 1 significando a indiferença de importância de um critério em relação ao outro, e 9 significando a extrema importância de um critério sobre outro, com Intensidade de Importância.

Tabela 2 – Escala de valores AHP para comparação pareada.

Escala	Avaliação Numérica	Recíproco
Extremamente preferido	9	1/9
Muito fortemente preferido	7	1/7
Fortemente preferido	5	1/5
Moderadamente preferido	3	1/3
Igualmente preferido	1	1
Intermediários	2,4,6,8	1/2, 1/4, 1/6, 1/8

Fonte: Saaty (1991)

O julgamento reflete as respostas de duas perguntas: qual dos dois elementos é mais importante com respeito a um critério de nível superior, e com que intensidade, usando a escala de 1-9, da Tabela 2.

É importante notar que o elemento mais importante da comparação é sempre usado como um valor inteiro da escala, e o menos importante, como o inverso dessa unidade. Se o elemento linha é menos importante do que o elemento-coluna da matriz, entramos com o valor recíproco na posição correspondente da matriz.

Devido à relação de reciprocidade e à necessidade de consistência entre duas atividades ou critérios, os recíprocos dos valores acima de zero são inseridos na matriz criada quando uma comparação entre duas atividades já fora realizada, conforme Figura 13 de Marins *et al.*, (2009, p. 1780). O processo é robusto, porque diferenças sutis em uma hierarquia na prática não se tornam decisivas.

As posições da diagonal serão sempre 1, afinal, um elemento é igualmente importante a ele mesmo. Para preencher os outros elementos da matriz fora da diagonal, fazem-se os julgamentos e determina-se a intensidade de importância de acordo com a Tabela 2, que apresenta a escala de comparações empregadas no método. Para as comparações inversas, isto é, na parte inferior esquerda da matriz, colocam-se os valores recíprocos dos da parte superior direita da mesma.

Figura 13 - Matriz de decisões genérica, com suas respectivas condições

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \text{ onde:}$$

$$a_{ij} > 0 \Rightarrow \text{positiva}$$

$$a_{ij} = 1 \therefore a_{ji} = 1$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \Rightarrow \text{recíproca}$$

$$a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk} \Rightarrow \text{consistência}$$

Fonte: Marins *et al.*, (2009, p. 1780)

Portanto, o tomador de decisão deverá fazer $n(n-1)/2$ comparações, sendo n o número de elementos do nível analisado. Na matriz quadrada, têm-se a_{ij} , para $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, n$. Essas matrizes são sempre recíprocas positivas. As comparações pares a pares são realizadas em todos os níveis hierárquicos. Cada elemento a_{ij} do vetor linha da matriz dominante representa a dominação da alternativa a_i sobre a alternativa a_j . A diagonal principal da matriz dominante é preenchida com um valor estipulado, que representa a não dominância de uma alternativa sobre outra (Gomes *et al.*, 2004, p.43).

A resolução da matriz A resulta no auto vetor de prioridades, que expressa as importâncias relativas de cada critério ou pesos. A forma mais recomendada de cálculo é elevar a matriz a potências arbitrariamente altas, dividindo a soma de cada linha pela soma dos elementos da matriz, ou seja, normalizando os resultados (Saaty, 1991a, p.363; Gartner *et al.*, 2009, p.150).

Em alguns problemas, a restrição de comparações par a par sobre uma escala de 1 a 9 força o agente de decisão a cometer inconsistências, quando se considera A cinco vezes mais importante que B , e B cinco vezes mais importante que C . Então, para ser consistente, A deveria ser 25 vezes mais importante que C , mas isto não é possível pela escala empregada (Gomes, 2007, p.42).

Assim, segundo Costa (2002, p.70), uma forma de mensurar a intensidade ou grau da inconsistência em uma matriz de julgamentos paritários é avaliar o quanto o maior autovalor desta matriz se afasta da ordem da matriz. A razão de consistência (RC) pode ser obtida por meio da equação 7, dividindo-se o índice de consistência (IC) pelo índice randômico (RI), valor tabelado em função do número de critérios. As equações 7 e 8

ilustram como se calculam o CI e o RC (Saaty, 1998). Propõe-se a aceitação de julgamentos que gerem uma inconsistência com $IC < 0,1$ (Saaty, 1991a, p. 105).

$$RC = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad (8)$$

Para Becker (2004), a natureza de problemas de multicritérios soma-se aos processos de priorização, já que envolvem *trade-offs* significativos, o que requer atribuição de pesos para cada critério, como é a base do método AHP. A escolha do método pela autora justificou-se por considerar que muitas decisões de pesquisas são fortemente baseadas em julgamentos subjetivos.

Murakami (2003) aplicou o AHP em problemas de TI por considerá-los desestruturados e com múltiplos critérios qualitativos e quantitativos. Hummel (2002) também considerou o método AHP a ferramenta mais apropriada para análise de decisão de multicritério no apoio à definição de planejamento de projeto de produto, porque promoveu um ponto de referencial de competitividade através das comparações paritárias entre as alternativas dos novos produtos. Além disso, a redundância nas comparações paritárias do método AHP permitiu checar a inconsistência dos julgamentos.

Feng (2004) usou-se o método AHP antes do DEA (*Data Envelopment Analysis*) para obter os pesos relativos dos indicadores a serem utilizados no DEA. Francischini (2003) também adotou o mesmo processo para consolidar um indicador geral. Adotou o AHP para permitir a atribuição de graus de prioridade através da determinação de pesos, viabilizando assim a unificação e conseqüente redução do número de fatores a serem flexibilizados pelo DEA.

3.3. Método Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)

O método Promethee (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) é um método da escola francesa de tomada de decisão desenvolvida pelos

professores J.P. Brans, B. Mareschal e P. Vincke, em 1984, e aperfeiçoado desde então (BRANS e MARESCHAL, 1994; 2004).

O resultado esperado no processo decisório é aquele que satisfaz um conjunto de critérios em que os tomadores de decisão almejam alcançar mais de um objetivo. Esse tipo de escolha, com mais de um aspecto a ser considerado é chamado de multicritério, multiatributo ou multiobjetivo (Vincke, 1992; Olson, 1996; Gomes *et al.*, 2002).

As seguintes implementações do PROMETHEE são descritas na literatura (Brans & Vinck, 1985; Brans *et al.*, 1986; Brans & Mareschal, 1992; Taleb & Mareschal, 1995):

- PROMETHEE I – a interseção entre os fluxos anteriores estabelece uma relação de sobreclassificação parcial entre as alternativas;
- PROMETHEE II – classifica as alternativas, estabelecendo uma ordem decrescente de $\Phi(a) = \Phi+(a) - \Phi-(a)$ (fluxo líquido); estabelece uma ordem completa entre as alternativas;
- PROMETHEE III E IV – foram desenvolvidas para o tratamento de problemas de decisão mais sofisticados, em particular com um componente estocástico;
- PROMETHEE V – nesta implementação, após estabelecer uma ordem completa entre as alternativas (PROMETHEE II), são introduzidas restrições, identificadas no problema para as alternativas selecionadas, incorporando uma filosofia de otimização inteira;
- PROMETHEE VI – quando o decisor não está apto ou não quer definir precisamente os pesos para os critérios, pode-se especificar intervalos de possíveis valores em lugar de um valor fixo para cada peso.

Há vários métodos de decisão multicritério, sendo que alguns fazem uma decomposição hierárquica do conjunto de ações possíveis, conforme discutido no tópico anterior, dividindo-o em categorias predefinidas: melhores ações, piores ações e ações para reconsideração. E como resultado pretendem encontrar um subconjunto pequeno e restrito de ações satisfatórias, se possível apenas uma ação. Esse conjunto de ações satisfatórias pode, ainda, ser tratado com outras ferramentas de um sistema de apoio à decisão, como simulação e análise de cenários, afirma Almeida e Costa (2003).

A ordenação entre as alternativas pode ser realizada com a ajuda dos conceitos de dominância e eficiência. Uma alternativa domina a outra, a domina b , se $g_j(a) \geq g_j(b)$, $j = 1, 2, \dots, n$ $g_j(a)$ representa a avaliação da alternativa a , de acordo com o critério j . Na maioria das vezes as relações de dominância de forma restrita são poucas ou inexistentes. As relações de dominância, simplificando o problema, podem ser enriquecidas. Uma alternativa é eficiente quando não é dominada por nenhuma alternativa

O tomador de decisão pode expressar preferência (P), quando prefere uma ação a outra; indiferença (I), quando não há preferência entre as duas; e incomparabilidade (J), quando o decisor tem dificuldade em compará-las, não expressando nem preferência nem

Este método destaca-se por envolver conceitos e parâmetros, os quais têm alguma interpretação física ou econômica, facilmente entendida pelo tomador de decisão, tendo sido descrito numa quantidade considerável de *papers* e aplicado com sucesso em vários problemas de diferentes naturezas (Raju & Kumar, 1999; Brans *et al.*, 1998; Babic & Plazibat, 1998).

Segundo Schärliig (1996) e Vincke (1989), o Promethee é um método de superação, que consiste em construir uma relação binária muito particular entre as alternativas em análise. Estabelecidas as intensidades de preferências, obtém-se o grau de sobre classificação $\pi(a,b)$ para cada par de alternativas (a,b) , sendo calculado como sugere (Vincke, 1992):

$$\pi(a,b) = \frac{1}{P} \sum_{j=1}^n p_j F_j(a,b) \quad \text{onde } P = \sum_{j=1}^n p_j \quad (9)$$

Onde:

p_j = peso do critério j ;

$F_j(a,b)$ = número compreendido entre 0 e 1, definido pelo critério de comparação.

No uso do método Promethee, são consideradas seis possíveis comparações entre as ações $[a]$ e $[b]$, o que determina o resultado da função $F_j(a,b)$, sendo estas funções de preferência.

Tabela 3 - Critérios gerais para o PROMETHEE

1 – Critério usual não há parâmetro a ser definido	$g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) > 0$ $g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq 0$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = 0$
2 – Quase-critério define-se o parâmetro q (limite de indiferença)	$g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) > p$ $g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq q$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = 0$
3 – Limite de preferência define-se o parâmetro p (limite de preferência)	$g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) > p$ $g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq p$ $g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq 0$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = \frac{g_j(a) - g_j(b)}{p}$ $F(a, b) = 0$
4 – Pseudocritério definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) > p$ $q < g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq p$ $ g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq q$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = 1/2$ $F(a, b) = 0$
5 – Área de indiferença definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) > p$ $q < g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq p$ $ g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq q$	$F(a, b) = 1$ $F(a, b) = g_j(a) - g_j(b) - q / (p - q)$ $F(a, b) = 0$
6 – Critério Gaussiano o desvio padrão deve ser fixado	$g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) > 0$ $g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b) \leq 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal $F(a, b) = 0$

Na tabela 3, q representa um limite de indiferença, o maior valor para $[g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b)]$, abaixo do qual há uma indiferença e p representa o limite de preferência, o menor valor para $[g_j(\mathbb{Z}) - g_j(b)]$, acima do qual há uma preferência estrita.

3.4. Método Data Envelopment Analysis (DEA)

A Análise por Envoltória de Dados, conhecida como DEA – do inglês *Data Envelopment Analysis*, tem origem dos pesquisadores Charnes, Cooper e Rhodes. Embora estes tenham utilizado o trabalho de Farrell (1957) como base, há consenso na literatura de que o artigo *Measuring the efficiency of decision making units* (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) representa o nascimento oficial do tema, onde foi apresentado o termo DEA (Forsund e Sarafoglou, 2005).

No começo dos anos 70, Rhodes, orientado por Cooper, buscava em sua tese avaliar programas educacionais de escolas públicas americanas. O programa “*Follow Through*”, do qual Rhodes participou, era uma tentativa do Escritório de Educação Americano de aplicar princípios estatísticos num conjunto de escolas. Porém todas as abordagens estatísticas e econométricas experimentadas forneceram resultados insatisfatórios e até absurdos. Foi então que Rhodes chamou a atenção de Cooper para

o artigo de Farrell (1957). Cooper também havia anteriormente trabalhado com Charnes numa tentativa de dar uma forma computacional implementável às ideias de Koopmans (1951). Unindo esses e outros conceitos os autores deram início ao que seria, posteriormente, um vasto campo de pesquisa (Cooper, Seiford e Zhu, 2004).

No artigo de referência, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propuseram uma medida de eficiência que pudesse ser usada para avaliar os programas públicos, que necessitavam abordar diversas variáveis, como aumento na autoestima e tempo de leitura gasto por uma mãe com o seu filho. Os autores relacionam o modelo desenvolvido com outras medidas de eficiência, tais como as eficiências econômicas e também a medida de eficiência energética usada na engenharia. O método de transformação de um modelo fracionado em um modelo de programação linear apresentado no artigo já era estudado por Charnes e Cooper anteriormente.

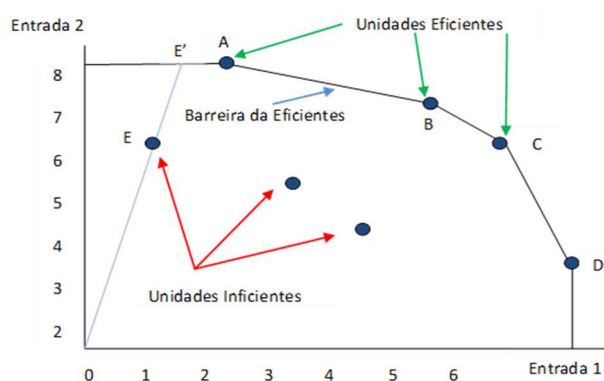
Desse trabalho surgiu a definição de uma medida escalar de eficiência que atende aos conceitos econômicos de Debreu-Farrel e Pareto-Koopmans e pode ser usada para o caso de vários insumos e produtos. Outro conceito apresentado foi o de *Decision Making Units* – ou unidade tomadora de decisão. Esse termo, conhecido na literatura por DMU, não precisa ser necessariamente uma unidade “tomadora de decisão”. Diz respeito às unidades produtivas em análise, que podem ser as mais variadas, tais como hospitais, escolas, empresas, departamentos entre outras.

Logo em seguida, os mesmos autores deram continuidade ao trabalho num segundo artigo (Charnes, Cooper e Rhodes, 1981), onde aplicaram DEA nos dados do programa “*Follow Through*”. Esses dois artigos podem ser considerados o surgimento da versão atual da Análise por Envoltória de Dados, em uma maneira de fácil compreensão, o DEA é uma técnica não paramétrica baseada em programação linear para determinar a eficiência relativa de unidades produtivas. Esta técnica baseia-se na medição da eficiência relativa entre unidades alternativas considerando várias entradas e saídas e na identificação de unidades eficientes segundo critérios pré-estabelecidos podendo também servir como um elemento comparador para uma unidade ineficiente, ou como um enfoque para o estabelecimento de metas eficientes para cada unidade produtiva.

O uso do método DEA para medir a eficiência relativa de empresas e unidades produtivas tem-se mostrado bastante atrativo em diversos setores de aplicação. Este método pode apoiar as decisões dos agentes públicos e empresas privadas, ao indicar as fontes de ineficiência e as unidades que podem servir de referência às práticas adotadas.

A Figura 14 ilustra a eficiência relativa de diversas DMUs analisadas pelo DEA. As unidades A, B, C e D encontram-se no limite da eficiência relativa e são consideradas eficientes pelo método DEA. As unidades E, F e G estão distantes do limite de eficiência relativa, e, portanto, são consideradas ineficientes.

Figura 14 - Fronteira da eficiência no DEA.



Fonte: o autor

A distância entre o ponto E (ineficiente) e o ponto E' (eficiente) é uma medida de quanto falta para E ser considerado eficiente. Quanto mais distante E estiver de E' menos eficiente é a unidade

Considere um conjunto com n unidades de decisão ($j = 1, \dots, n$) cada qual usando x_{ij} entradas ($i = 1, \dots, m$) e gerando as saídas y_{rj} ($r = 1, \dots, s$), e u_r e v_i como sendo os multiplicadores associados às saídas e entradas respectivamente.

Deve-se encontrar pesos w que maximizem a soma ponderada das saídas para a unidade j , sujeito à condição de que esta soma ponderada calculada com esses pesos para o resto das outras unidades, seja menor ou igual a um determinado valor limite ou restrição da equação, fixado em 1. A eficiência E_j de uma unidade j pode ser escrita como na equação abaixo.

$$E_0 = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (10)$$

Onde y_{rj} e x_{ij} são saídas e entradas conhecidas respectivamente. Diz-se que a unidade j é eficaz se $E_j = 1$. Entretanto, se E_j é menor que 1 a unidade j é considerada ineficiente. Observando a Equação (8), percebe-se que no DEA não há necessidade de saber, a priori, os pesos que representam a importância dos diferentes aspectos (variáveis) considerados para a análise.

Ao resolver a Equação (9), cada unidade tem liberdade para escolha dos pesos de tal forma que sua avaliação seja a melhor possível, para o critério adotado.

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

$$\{v_i u_r\} \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

O método PROMETHEE se distingue do DEA por possibilitar ao decisor estabelecer o peso e um critério de preferência entre as unidades avaliadas, ao passo que o DEA, através da sua metodologia, estabelece os pesos das unidades através de cálculos matemáticos.

4. RESULTADOS

4.1. Aplicando a Avaliação dos Indicadores de Desempenho

Inicialmente, o questionário foi submetido à aprovação do Comitê de Ética da PUC - Campinas e, posteriormente, enviado aos Avaliadores Especialistas. Os resultados obtidos através do questionário, utilizando a plataforma *Google Docs*, foram válidos e favoráveis para a pesquisa, conforme evidências no Apêndice desse trabalho.

4.2. Aplicando o método *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

Nessa etapa, os dados obtidos através dos questionários preenchidos pelos Avaliadores Especialistas foram exportados para o Excel e submetidos a avaliação do método AHP através de planilhas desenvolvidas pelo Goepel (2012).

A Tabela 04 apresenta a consolidação do resultado da avaliação dos indicadores do primeiro nível (Financeiro, Técnico e Energético) realizadas por 20 participantes, onde é possível identificar o peso e a posição no *ranking* de cada macro indicador.

Tabela 4 – Resultado consolidado dos 20 Avaliadores do primeiro nível

	Critério	Comentário	Peso	Ranking
1	FINAN	Financeiro	54,1%	1
2	ENER	Técnico	28,2%	2
3	TEC	Energético	17,7%	3

lambda: 3,080

razão de consistência: 0,37

CI: 0,24

CR: 8,3%

Tabela 5 – Matriz do resultado normalizado do primeiro nível

Matriz				Normalizado
	FINAN	ENER	TEC	
	1	2	3	
FINAN 1	0	2 1/2	2 1/3	54,13%
ENER 2	2/5	0	2 1/9	28,19%
TEC 3	3/7	1/2	0	17,68%

A Tabela 06 também apresenta a consolidação do resultado da avaliação dos indicadores do segundo nível, sendo possível identificar o peso e a posição no *ranking* de cada indicador após normalizar os dados usando o método multicritério.

Tabela 6 – Resultado do Avaliador 20 para os indicadores do segundo nível

Critério	Comentários	Peso	Ranking
1 CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aerogeradores	11,0%	4
2 ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	15,5%	2
3 CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	6,3%	8
4 FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	14,9%	3
5 DISP	Disponibilidade do Complexo	24,8%	1
6 POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	3,6%	9
7 MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	8,2%	6
8 MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	6,7%	7
9 VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	8,9%	5

lambda: 9,268

razão de consistência: 0,37

CI: 0,08

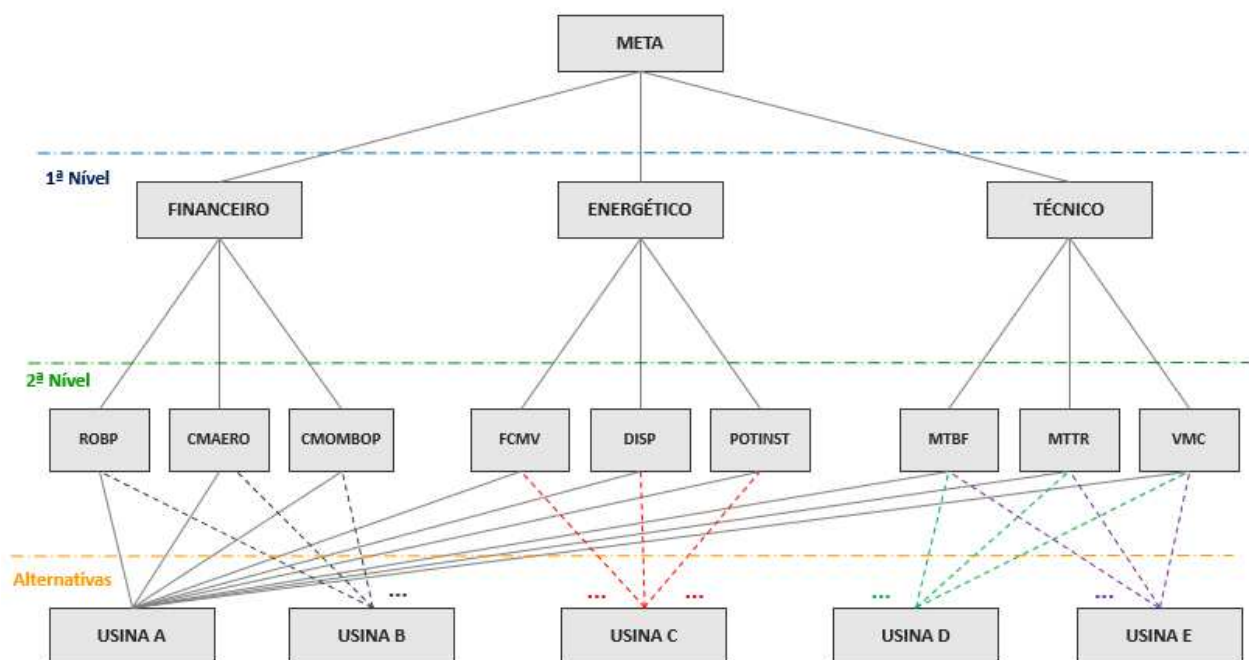
CR: 2,3%

Tabela 7 – Matriz do resultado normalizado do segundo nível

Matriz	CMOMAE	ROBP	CMOMBO	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	Normalizado	
	RO	P									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
CMOMAERO	1	0	5/9	3 1/6	2/3	1/4	3 1/9	1 5/9	1 1/2	1 1/3	11,04%
ROBP	2	1 4/5	0	2 3/5	1 3/8	1 1/6	3 3/8	1 1/8	1 3/5	1 2/9	15,55%
CMOMBOP	3	1/3	3/8	0	1/2	1/4	2 2/7	1	1 1/6	2/3	6,35%
FCMV	4	1 1/2	5/7	2 1/9	0	5/8	4 3/7	2 1/4	2 4/9	1 3/4	14,89%
DISP	5	3 3/4	6/7	4	1 4/7	0	5 2/3	4	3	3 2/9	24,80%
POTINST	6	1/3	2/7	4/9	2/9	1/6	0	1/2	1/2	3/8	3,55%
MTBF	7	2/3	8/9	1	4/9	1/4	2	0	1 2/5	1 1/4	8,24%
MTTR	8	2/3	5/8	6/7	2/5	1/3	2	5/7	0	3/5	6,70%
VMC	9	3/4	4/5	1 4/9	4/7	1/3	2 2/3	4/5	1 2/3	0	8,89%

A estrutura hierarquia desse trabalho pode ser visualizada através da Figura 15, onde os indicadores de primeiro nível (Financeiro, Energético e Técnico) são apenas direcionadores dos indicadores do segundo nível, sendo esse conjunto de indicadores o objetivo de estudo desse trabalho.

Figura 15 – Estrutura hierarquia dos indicadores do primeiro e segundo nível



Fonte: Adaptado de Saaty (1990, 1991)

A Tabela 08 apresenta o resultado consolidado de todas as avaliações comparando os pesos de cada indicador do primeiro e do segundo nível após normalização no método AHP.

Tabela 8 – Pesos consolidados após utilização do método AHP

2ª Nível	Peso	Ranking	1ª Nível	Peso
Receita Operacional Bruta do Complexo - ROBP	15,55%	2		
Custo Médio de O&M dos Aerogeradores - CMAERO	11,04%	4	Financeiro	54%
Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>) - CMOMBOP	6,35%	8		
Soma	32,94%			
Vida Média do Conjunto (Equipamentos) - VMC	8,89%	5		
MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo - MTBF	8,24%	6	Técnico	28%
MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo - MTTR	6,70%	7		
Soma	23,82%			
Disponibilidade do Complexo - DISP	24,80%	1		
Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo - FCMV	14,89%	3	Energético	18%
Potência Instalada (homologada pela ANEEL) - POTINST	3,55%	9		
Soma	43,24%			
Conferência	100,00%		Conferência	100,00%

4.3. Aplicando o método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE)

Nessa próxima etapa, os pesos de cada critério do segundo nível obtidos no método AHP serão utilizados na modelagem agora utilizando o método Promethee. Nessa etapa também serão utilizados os dados secundários dos complexos eólicos (Tabela 49) que estão sendo comparados pela eficiência e eficácia. Todas as modelagens foram realizadas com planilhas Excel.

Tabela 9 – Acrônimos, Indicadores e Unidade de medida

Indicadores (Base anual)
CMAERO Custo Médio de O&M dos Aerogeradores (Mil)
ROBP - Receita Operacional Bruta do Complexo Eólico (Milhões)
CMOMBOP Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>) (Mil)
FCMV Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque (%)
DISP Disponibilidade do Complexo (Aerogeradores e BOP) (%)
POTINST Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL) (MW)
MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) Complexo Eólico (Horas)
MTTR (Tempo Médio Para Reparo) Complexo Eólico (Horas)
VMC Vida Média do Conjunto (Início da operação) (Anos)

Tabela 10 – Dados secundários dos Complexos Eólicos no Brasil

	Minimizar	Maximizar	Minimizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Minimizar	Maximizar
	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC
Usina A	203,0	205,0	65,0	0,600	0,960	182,0	4,0	2,0	2016
Usina B	305,0	66,0	52,0	0,550	0,950	70,0	5,0	2,5	2014
Usina C	170,0	210,0	125,0	0,350	0,900	220,0	4,0	3,0	2017
Usina D	600,0	180,0	54,0	0,500	0,880	180,0	1,0	8,0	2013
Usina E	390,0	70,0	73,0	0,550	0,850	60,0	1,0	10,0	2014

Tabela 11 – Mínimo, Máximo e Intervalo dos indicadores (p e q)

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC
Menor	170,0	66,0	52,0	0,350	0,850	60,0	1,0	2,0	2013,0
Maior	600,0	210,0	125,0	0,600	0,960	220,0	5,0	10,0	2017,0
Intervalo	430,0	144,0	73,0	0,250	0,110	160,0	4,0	8,0	4,0

Tabela 12 – Normalizando os dados

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC
Usina A	0,9233	0,9653	0,8219	1,0000	1,0000	0,7625	0,7500	1,0000	0,7500
Usina B	0,6860	0,0000	1,0000	0,8000	0,9091	0,0625	1,0000	0,9375	0,2500
Usina C	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,4545	1,0000	0,7500	0,8750	1,0000

Usina D	0,0000	0,7917	0,9726	0,6000	0,2727	0,7500	0,0000	0,2500	0,0000
Usina E	0,4884	0,0278	0,7123	0,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500

Tabela 13 – Diferença máxima e Indiferença entre os dados

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTRR	VMC
Diferença Máxima	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Indiferença	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabela 14 – Matriz de Avaliação da Usina A com as demais Usinas

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTRR	VMC
U_A X U_A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
U_A X U_B	0,2372	0,9653	-0,1781	0,2000	0,0909	0,7000	-0,2500	0,0625	0,5000
U_A X U_C	0,0233	0,0347	0,8219	1,0000	0,5455	-0,2375	0,1000	0,1250	-0,2500
U_A X U_D	0,9233	0,1736	-0,1507	0,4000	0,7273	0,0875	0,7500	0,7500	0,7500
U_A X U_E	0,4349	0,9375	0,1096	0,2000	1,0000	0,7625	0,7500	1,0000	0,5000

Tabela 15 – Matriz de Avaliação da Usina B com as demais Usinas

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTRR	VMC
U_B X U_A	-0,2372	-0,9653	0,1781	-0,2000	0,0091	-0,7000	0,2500	0,0375	-0,5000
U_B X U_B	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
U_B X U_C	-0,3140	-1,0000	1,0000	0,8000	0,4545	-0,9375	0,2500	0,0625	-0,7500
U_B X U_D	0,6860	-0,7917	0,0726	0,2000	0,6364	-0,6875	1,0000	0,6875	0,2500
U_B X U_E	0,1977	0,0278	0,2877	0,1000	0,9091	0,0625	1,0000	0,9375	0,1000

Tabela 16 – Matriz de Avaliação da Usina C com as demais Usinas

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTRR	VMC
U_C X U_A	0,0767	0,0653	-0,8219	-1,0000	-0,5455	0,2375	0,1000	-0,1250	0,2500
U_C X U_B	0,3140	1,0000	-1,0000	-0,8000	-0,4545	0,9375	-0,2500	0,0375	0,7500
U_C X U_C	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
U_C X U_D	1,0000	0,2083	-0,9726	-0,6000	0,1818	0,2500	0,7500	0,6250	1,0000
U_C X U_E	0,5116	0,9722	-0,7123	-0,8000	0,4545	1,0000	0,7500	0,8750	0,7500

Tabela 17 – Matriz de Avaliação da Usina D com as demais Usinas

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTRR	VMC
U_D X U_A	-0,9233	-0,1736	0,1507	-0,4000	-0,7273	0,0125	-0,7500	-0,7500	-0,7500
U_D X U_B	-0,6860	0,7917	0,0274	-0,2000	-0,6364	0,6875	-1,0000	-0,6875	-0,2500
U_D X U_C	-1,0000	-0,2083	0,9726	0,6000	-0,1818	-0,2500	-0,7500	-0,6250	-1,0000
U_D X U_D	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
U_D X U_E	-0,4884	0,7639	0,2603	-0,2000	0,2727	0,7500	0,1000	0,2500	-0,2500

Tabela 18 – Matriz de Avaliação da Usina E com as demais Usinas

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC
U_EXU_A	-0,4349	-0,9375	-0,1096	-0,2000	-1,0000	-0,7625	-0,7500	-1,0000	-0,5000
U_EXU_B	-0,1977	0,0722	-0,2877	0,1000	-0,9091	0,0375	-1,0000	-0,9375	0,1000
U_EXU_C	-0,5116	-0,9722	0,7123	0,8000	-0,4545	-1,0000	-0,7500	-0,8750	-0,7500
U_EXU_D	0,4884	-0,7639	-0,2603	0,2000	-0,2727	-0,7500	0,1000	-0,2500	0,2500
U_EXU_E	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000

No próximo passo do processo de modelagem utilizando o método Promethee, serão aplicados os pesos obtidos no método AHP para comparar na matriz quadrada, conforme Figura 19:

Tabela 19 – Peso dos Indicadores do Segundo nível

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC
PESOS (%)	0,1104	0,1555	0,0635	0,1489	0,2480	0,0355	0,0824	0,0670	0,0889

Após consolidar os dados da matriz de dominância sobre as preferências e com os pesos atribuídos de cada indicador, a Tabela 65 apresenta os resultados classificatórios das usinas avaliadas.

Tabela 20 – Classificação das Usinas

POSIÇÃO	USINA	RESULTADO	EFICIÊNCIA
1ª	Usina A	0,86372	86,3%
2ª	Usina B	0,63167	63,1%
3ª	Usina C	0,62781	62,8%
4ª	Usina D	0,35542	35,5%
5ª	Usina E	0,29915	30,0%

Como auxílio ao tomador de decisão, através do método Promethee, a Usina A apresentou o melhor desempenho em relação as demais, sendo nesse exercício o melhor ativo a ser investimento. Para essa etapa, foi realizado a matriz de conferência entre as usinas, sendo a soma igual a 1.

4.4. Aplicando o método *Data Envelopment Analysis* (DEA)

Através do método aplicado, foi possível definir qual a ou as usinas que são eficiência para cada indicador do primeiro nível (classe), conforme tabelas abaixo: de

todos os indicadores e submeter a uma média geométrica afim de verificar a melhor eficiência, conforme Tabela 21.

Tabela 21 – Consolidado com o *Ranking* de Eficiência

DMU's	Indicadores									Eficiência
	ROBP	CMAERO	CMOMBOP	POTINST	DISP	FCMV	MTBF	MTRR	VMC	
Usina A	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	100,0%
Usina B	0,830	0,751	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	94,9%
Usina C	1,000	1,000	0,623	1,000	1,000	0,697	1,000	1,000	1,000	91,2%
Usina D	1,000	0,578	1,000	1,000	1,000	1,000	0,267	0,628	0,959	76,8%
Usina E	1,000	1,000	0,958	0,832	1,000	1,000	0,233	0,409	1,000	75,1%

Tabela 22 – Classificação das Usinas

POSIÇÃO	DEA	RESULTADO	EFICIÊNCIA
1 ^a	Usina A	1,0000	100,0%
2 ^a	Usina B	0,9488	94,9%
3 ^a	Usina C	0,9115	91,2%
4 ^a	Usina D	0,7678	76,8%
5 ^a	Usina E	0,7510	75,1%

4.5. Comparação entre o PROMETHEE e o DEA.

Na etapa de comparação entre os resultados obtidos após submissão dos métodos numéricos, é possível identificar que os resultados são similares, conforme apresentado na tabela 23.

Tabela 23 – Comparação do *Ranking* entre os métodos Promethe e DEA

POSIÇÃO	PROMETHEE	DEA
1 ^a	Usina A	Usina A
2 ^a	Usina B	Usina B
3 ^a	Usina C	Usina C
4 ^a	Usina D	Usina D
5 ^a	Usina E	Usina E

5. CONCLUSÃO

O resultado geral desse estudo foi positivo e corroborou no que se refere a utilização dos métodos numéricos AHP, PROMETHEE e DEA para apoio à tomada de decisão. Através desses métodos foi possível modelar os indicadores de desempenho e comparar a eficiência das usinas eólicas destacadas para esse estudo.

O conjunto de indicadores de desempenho atribuídos para esse trabalho demonstrou robustez e aderência durante o processo de modelagem, tornando pertinente a inserção desses *kpi's* no *Balance Scorecard* das organizações para avaliar a *performance* da gestão estratégica da área de operação e manutenção de usinas.

A plataforma do *Google Docs* utilizada para extrair os dados dos avaliadores apresentou bons resultados, com destaque para a segurança da informação, coleta e mineração de dados, flexibilidade e usabilidade da ferramenta. O método AHP contribuiu significativamente na etapa para definir o peso de cada indicador de desempenho utilizado no método PROMETHEE. A ressalva para o método AHP está na atribuição dos pesos pelo próprio tomador de decisão, podendo o resultado final ser comprometido.

No que se refere a comparação entre as usinas avaliadas, os métodos PROMETHEE e DEA apresentaram resultados similares e de paridade no *ranking* de eficiência das usinas. Esse resultado reforça que ambos os métodos de multicritério, ora com pesos atribuídos ou não, podem ser aplicados como ferramenta de auxílio na tomada de decisão. Cabe ressaltar que a quantidade de variáveis e a possível correlações entre os indicadores podem contribuir negativamente ao aplicar o método DEA.

Para pesquisas futuras acerca desses indicadores de desempenho, cabe avaliar o cenário dos contratos de energia que por sua vez pode estar em ambientes de contratação livre (ACL) e regulado (ACR). Esses indicadores são impactantes na receita operacional bruta da usina e devem ser considerados no modelo de negócio.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. T. de. Um modelo de decisão para priorização no planejamento de sistemas de informação. *Revista Produção*, v. 8, n. 2, p. 169-185, 1999.

ALMEIDA, A. T. de; BOHORIS, G. A.; STEINBERG, H. *Management information and decision support system of a telecommunication network*. *Journal of Decision Systems*, v. 1, n. 2-3, p. 213-241, 1992.

BABIC, Z.; PLAZIBAT, N. *Ranking of enterprises based on multicriterial analysis*. *International Journal of Production Economics*, v. 56-57, n. 20, p. 29-35, sep. 1998.

BECKER, W. *Omitted variables and sample selection problems in studies of college-going decisions*. In E. S. John (Ed.), *Public policy and college access: New directions in research on the effects federal and state policy: Readings on equal education* (Vol. 19) (pp. 65-86). New York, NY: AMS Press, 2004

BRANS, J. P.; MACHARIS, C.; KUNSCH, P. L.; CHEVALIER, A.; SCHWANINGER, M. *Combining multicriteria decision aid and system dynamics for the control of socio-economic processes. An iterative real-time procedure*. *European Journal of Operational Research*, v. 109, Issue 2, p. 428-441, 1 sep. 1998.

BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. *PROMETHEE V: MCDM problems with segmentation constraints*. *INFOR*, v. 30, n. 2, p. 85-86, 1992.

BRANS, J. P.; VINCKE, P. H. *A preference ranking organization method, the PROMETHEE method for MCDM*. *Mgmt. Sci.*, v. 31, p. 647-656, 1985.

BRANS, J. P.; VINCKE, P. H.; MARESCHAL, B. *How to select and how to rank project: The PROMETHEE method*. *European J. Oper. Res.*, v. 24, p. 228-238, 1986.

BRANS, J.P., Mareschal, B. *PROMETHEE Methods*. In: J. Figueira, S. Greco, and M. Ehrgott, editors, *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer Verlag, Boston, Dordrecht: pages 163-196.2005

BRASIL. Lei n. 6.404, de 15 de dezembro de 1976. Dispõem sobre as Sociedades por Ações (versão consolidada até 01 de novembro de 2001). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6404consol.htm, Acesso em 17/12/2018.

CHAN, F.T.S.; CHAN, H.K. *Development of the Supplier Selection Model - A Case Study in the Advanced Technology Industry*, *Proceedings of Institution of Mechanical Engineers - Part B: Journal of Engineering Manufacture*, v. 218, pp. 1807-1824, 2004

CHARNES, A. COOPER, W. W., RHODES, E. *Measuring the efficiency of decision making units*. European Journal of Operational Research, vol. 2, p. 429-444, 1978.

COSTA, H. G. Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão. Niterói, Rio de Janeiro, 2002.

CRESESB - O ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf. Acesso em 07/06/2017.

DE ROLT, M. I. P. (1998). O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

ELETROBRAX – Energia Solar. Energia Eólica. Disponível em: <http://www.eletrbrax.com.br/arquivos/galeria/>. Acesso em 07/06/2017.

FARE, R., GROSSKOPF, S. *Production Frontiers*. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, 1994.

FARRELL, M. J. *The Measurement of Productive Efficiency of Production*. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120(III), 253–281, 1957.

FENG YJ, H Lu and K Bi (2004). “An AHP/DEA Method for Measurement of the Efficiency of R&D Management Activities in Universities.” *International Transactions in Operational Research* 11(2): 181-191.

FORSUND, F. R., SARAFUGLU, N. *On the Origins of Data Envelopment Analysis*, *Journal of Productivity Analysis*, 17, p. 23 – 40, 2002.

FRANCISCHINI. P. G., B. CABEL. M. GABRIELA, Proposição de um indicador geral, de desempenho utilizando AHP, XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003

GARTNER, I. R.; Gama, M. L. S. Avaliação multicriterial dos impactos ambientais da suinocultura no distrito federal: um estudo de caso. *Organizações rurais & agroindustriais*, Lavras, v.7, n.2, p.148-161, 2005.

GIL, A. L. (1992). *Qualidade total nas organizações*. São Paulo: Atlas, 1992.

GOEPEL, K.D. (2018). Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, Vol. 10 Issue 3 2018, pp 469-487,

GOMES, L. F. A. M.; Araya, M. C. G.; Carignano, C. Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. 1. ed. Rio de Janeiro: Thompson, 2004.

GOMES, L. F. A. M.; Araya. Teoria da Decisão. 1. ed. Rio de Janeiro: Thompson, 2007.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 2002.

GRANDZOL, J. R. (2005) *Improving the Faculty Selection Process in Higher Education: a case for the analytic hierarchy process*. IR Applications, v. 6, 13 p.

HUMMEL, M.; ROSSUM, W.V.; VERKERKE, G.J.; RAKHORST, G. (2002). *Product design planning with the analytic hierarchy process in inter-organizational networks*. R & D Management, v. 32, n. 5, p. 451-458.

JURAN, J. M. (1992). Planejamento para a qualidade. São Paulo: Pioneira, 1992.

KAPLAN, R. S. & NORTON, D. P. (1997). A estratégia em ação: balance scorecard. 10ª ed. Campus, São Paulo, 1997.

KEYNES, JOHN MAYNARD, A teoria geral do emprego, do juro e da moeda, Atlas, São Paulo, 1990.

KOOPMANS T. (1951) *Activity analysis of production and allocation*. John Wiley & Sons, New York.

LANTELME, E. M. V. (1994). Proposta de um Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil. Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MARINS, C. S; Souza, D. O.; Barros, M. S. O Uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na Tomada de Decisões Gerenciais: Um estudo de caso. XLI SBPO 2009 - Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento. p. 1778-1788. 2009

MARTINS, R.; COSTA NETO, P. Indicadores de Desempenho para a Gestão de Qualidade Total: Uma Proposta para Sistematização. Revista Gestão e Produção. São Carlos, v.5, n.3, p.298-311, dez. 1998.

MP – Ministério do Planejamento - PAC - Programa de Aceleração do Crescimento. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac>. Acesso em 07/06/2017.

MURAKAMI, MILTON. Dissertação de Mestrado: Decisão Estratégia em TI: Estudo de Caso. Universidade de São Paulo, 2003

OLIVEIRA, M.; LANTELME, E. M. V.; FORMOSO, C. T. Sistema de indicadores de qualidade e produtividade na construção civil: manual de utilização. SEBRAE, Porto Alegre, 1995.

OLSON, D. L. *Decision aids for selection problems*. Springer-Verlag, 1996.

ONS – Operador Nacional do Sistema. O que é o SIN - Sistema Interligado Nacional. Disponível em: http://www.ons.org.br/conheca_sistema/o_que_e_sin.aspx. Acessado em 07/06/2017

PARMENTER, D. (2007). *Key Performance Indicators: developing, implementing and using winning KPI's*. Jhon Wiley & Sons, New Jersey, 2007.

RAJU, K. S.; KUMAR, D. N. *Multicriterion decision making in irrigation planning. Agricultural Systems*, v. 62, Issue 2, p. 117-129, nov. 1999.

SAATY, T. L. *Axiomatic Foundation of The Analytic Hierarchy Process. Management Science*. v. 32, n. 7, jul, p. 841-855, 1986.

SAATY, T. L. *Método de Análise Hierárquica*, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1991.

SAATY, T. L. *Some Mathematical Concepts of the Analytic Hierarchy Process*. *Behaviormetrika*, v. 29, p. 1-9, 1991.

SCHÄRLIG, Alain (1996) *Pratiquer Electre et Promethee. Un complément à Décider sur plusieurs critères. Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Collection Diriger l'Entreprise 11.*

TALEB, M. F. A.; MARESCHAL, B. *Water resources planning in the middle east: application of the PROMETHEE V multicriteria method. European Journal of Operational Research*, v.81, p. 500-511, 1995

VINCKE, P. *Multicriteria decision-aid*. Londres: John Wiley & Sons, 1992

VINCKE, Philippe (1989) *L'Aide Multicritère à la Décision. Bruxelles: Editions de l'Université de Bruxelles, Collection Statistique et Mathématiques Appliquées.*

7. APÊNDICE

25/03/2019

Avaliação dos Indicadores de Performance



Avaliação dos Indicadores de Performance

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (A) Senhor (a) está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa intitulada "Análise da Eficiência e Produtividade em Complexos Eólicos no Brasil", de responsabilidade do pesquisador Hudson de Souza e Silva, do Curso de Mestrado em Infraestrutura Urbana, na Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC, com o objetivo de analisar a percepção do mercado de energia elétrica no que tange aos indicadores de desempenho de complexos eólicos. A amostra será composta pelo resultado da angariação dos questionários enviados aos avaliadores experientes que foram mapeados no setor de energia eólica no Brasil.

O seu envolvimento nesse estudo é voluntário, e se dará a partir de um questionário, com duração de 20min, sendo lhe garantido que os seus dados pessoais serão mantidos em sigilo e os resultados obtidos na pesquisa serão utilizados apenas para alcançar o objetivo do trabalho, exposto acima, incluída sua publicação na literatura científica especializada.

A participação nessa pesquisa não lhe trará qualquer prejuízo ou benefício financeiro ou profissional e, se desejar, a sua exclusão do grupo de pesquisa poderá ser solicitada, em qualquer momento.

Os riscos em participar da pesquisa são mínimos e o pesquisador se compromete e garante a privacidade da informação pessoal, segundo as leis vigentes do país, que regulam o uso da mesma na Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014; Capítulo III, Seção II - Da proteção aos registros, aos dados pessoais e às comunicações privadas. E os seus resultados para o setor de energia eólica no Brasil serão importantes para o direcionamento assertivo de estratégias de investimentos, definição de políticas públicas e demais pesquisadores que usufruíram dos resultados dessa pesquisa. Além disso, caberá ao pesquisador manter em arquivo, sob sua guarda, por cinco anos, os dados da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos.

O projeto em questão foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade da PUC-Campinas, telefone de contato (19) 3343-6777, e-mail: comitedeetica@puc-campinas.edu.br, endereço Rua Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516 - Parque Rural Fazenda Santa Cândida - CEP 13087-571 - Campinas - SP, horário de funcionamento de segunda a sexta-feira das 08h00 as 17h00, que poderá ser contatado para quaisquer esclarecimentos quanto à avaliação de caráter ético do projeto. Dúvidas com relação ao projeto entrar em contato com o pesquisador Hudson de Souza e Silva, telefone de contato (11) 99688-6347, e-mail: HUDSON.SS@PUCCAMPINAS.EDU.BR

Caso concordem dar o seu consentimento livre e esclarecido para participar do projeto de pesquisa supra-citado, assinie o seu nome abaixo e responda ao questionário.
Atenciosamente,

Hudson de Souza e Silva
Mestrando em Sistemas de Infraestrutura Urbana,
e-mail: HUDSON.SS@PUCCAMPINAS.EDU.BR

Prof. Dr. Marcius Fabius Henriques de Carvalho
Orientador,
e-mail: marcius@puc-campinas.edu.br



25/03/2019

Avaliação dos Indicadores de Performance

Obrigatório*Endereço de e-mail ***

Seu e-mail

Caso concorde em dar o seu consentimento livre e esclarecido para participar do projeto de pesquisa supra-citado, clique em "De Acordo". *

 De Acordo**Nome: ***

Sua resposta

Cargo/Função:

Sua resposta

Formação/Titulação:

Sua resposta

Instituição/Empresa:

Sua resposta

PRÓXIMA

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#)

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

e-mail: hudson.ss@puccampinas.edu.br

Prof. Dr. Marcíus Fabius Henriques de Carvalho
Orientador

Endereço de e-mail *

Endereço de e-mail válido

Este formulário coleta endereços de e-mail. [Alterar configurações](#)

Caso concorde em dar o seu consentimento livre e esclarecido para participar do projeto de pesquisa supra-citado, clique em "De Acordo". *

De Acordo

Nome: *

Texto de resposta curta

Cargo/Função:

Texto de resposta curta

Formação/Titulação:

Texto de resposta curta

Instituição/Empresa:

Texto de resposta curta

Após a seção 1 Continuar para a próxima seção

<https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f1s9GevZA/edit> 2/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Título da seção (opcional)

Descrição (opcional)

Qual indicador é mais importante? *

Energético

Financeiro

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 2 Continuar para a próxima seção

Seção 3 de 40

Título da seção (opcional)

Descrição (opcional)

<https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f1s9GevZA/edit> 3/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Técnico

Financeiro

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 3 Continuar para a próxima seção

Seção 4 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Energético

Técnico

Qual o grau de intensidade? *

Igual

https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLwv11s9GevZA/edit 4/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 4 Continuar para a próxima seção

Seção 5 de 40

Título da seção (opcional)

Nota: Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico

Custo Médio de O&M dos Aerogeradores

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLwv11s9GevZA/edit 5/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Continuar para a próxima seção

Seção 6 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico

Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 6 Continuar para a próxima seção

Seção 7 de 40

Título da seção (opcional)

Após a seção 7 Continuar para a próxima seção

6/32

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f1s9GevZA/edit>

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Qual indicador é mais importante? *

Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico

Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 7 Continuar para a próxima seção

Seção 8 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Após a seção 7 Continuar para a próxima seção

7/32

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f1s9GevZA/edit>

25/03/2019 Unfiled form - Formulários Google

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 8 Continuar para a próxima seção

Seção 9 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico

Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDJUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLwv1fS9GevZA/edit> 8/22

25/03/2019 Unfiled form - Formulários Google

Após a seção 9 Continuar para a próxima seção

Seção 10 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 10 Continuar para a próxima seção

Seção 11 de 40

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDJUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLwv1fS9GevZA/edit> 9/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico

MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 11 Continuar para a próxima seção

Seção 12 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico

MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

<https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit> 10/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 12 Continuar para a próxima seção

Seção 13 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M dos Aerogeradores

Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

<https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit> 11/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Forte

Após a seção 13 Continuar para a próxima seção

Seção 14 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M dos Aerogeradores

Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 14 Continuar para a próxima seção

Seção 15 de 40

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f1s9GevZA/edit> 12/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M dos Aerogeradores

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 15 Continuar para a próxima seção

Seção 16 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f1s9GevZA/edit> 13/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 16 Continuar para a próxima seção

Seção 17 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M dos Aerogeradores

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLwv1fS9GevZA/edit> 14/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 17 Continuar para a próxima seção

Seção 18 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M dos Aerogeradores

MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 18 Continuar para a próxima seção

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLwv1fS9GevZA/edit> 15/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Seção 19 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M dos Aerogeradores

Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 19 Continuar para a próxima seção

Seção 20 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

+

T

+

+

+

+

https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLwv1fS9GevZ/A/edit 16/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 20 Continuar para a próxima seção

Seção 21 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Qual o grau de intensidade? *

+

T

+

+

+

+

https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLwv1fS9GevZ/A/edit 17/32

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 21 Continuar para a próxima seção

Seção 22 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit> 18/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Após a seção 22 Continuar para a próxima seção

Seção 23 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 23 Continuar para a próxima seção

Seção 24 de 40

Título da seção (opcional)

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit> 19/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 24 Continuar para a próxima seção

Seção 25 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

20/22

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit>

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 25 Continuar para a próxima seção

Seção 26 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

21/22

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit>

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Forte

Após a seção 26 Continuar para a próxima seção

Seção 27 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 27 Continuar para a próxima seção

Seção 28 de 40

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f1s9GevZA/edit> 22/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 28 Continuar para a próxima seção

Seção 29 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 29 Continuar para a próxima seção

Seção 30 de 40

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f1s9GevZA/edit> 23/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 29 Continuar para a próxima seção

Seção 30 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

<https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit> 24/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 30 Continuar para a próxima seção

Seção 31 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 31 Continuar para a próxima seção

<https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit> 25/22

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Seção 32 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 32 Continuar para a próxima seção

Seção 33 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLwv1fS9GevZA/edit> 26/32

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Seção 32 de 40

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

MTBF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 33 Continuar para a próxima seção

Seção 34 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDjUC8iv6PAs1cOsgPz0RbQLwv1fS9GevZA/edit> 27/32

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 34 Continuar para a próxima seção

Seção 35 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

<https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f59GevZA/edit> 28/32

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Após a seção 35 Continuar para a próxima seção

Seção 36 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 36 Continuar para a próxima seção

Seção 37 de 40

Título da seção (opcional)

<https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw1f59GevZA/edit> 29/32

25/03/2019 Unfilled form - Formulários Google

Qual indicador é mais importante? *

Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 37 Continuar para a próxima seção

Seção 38 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit 30/32

25/03/2019 Unfilled form - Formulários Google

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

Após a seção 38 Continuar para a próxima seção

Seção 39 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

https://docs.google.com/forms/d/1Lj50xusDjUC8tv6PAs1cOsgPz0RbQLw11s9GevZA/edit 31/32

25/03/2019 Untitled form - Formulários Google

Forte

Após a seção 39 Continuar para a próxima seção

Seção 40 de 40

Título da seção (opcional)

Os indicadores de performance são aqueles que relatam os resultados obtidos na operação das usinas

Qual indicador é mais importante? *

MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Vida Média do Conjunto (Geradores, Nacelles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade? *

Igual

Baixa

Moderada

Elevada

Forte

+

Tr

+

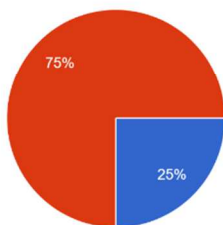
+

+

<https://docs.google.com/forms/d/1LJ50xusDUjC8tv6PAs1cOsgPz0R0QLw11s9GevZiA/edit> 32/32

Qual indicador é mais importante?

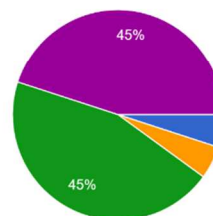
20 respostas



- Energético
- Financeiro

Qual o grau de intensidade?

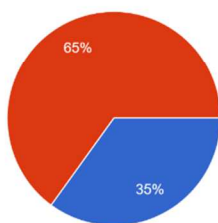
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

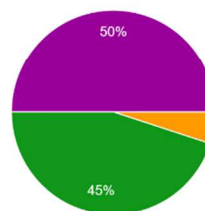
20 respostas



- Técnico
- Financeiro

Qual o grau de intensidade?

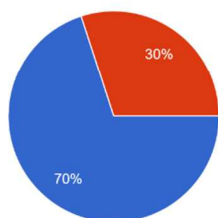
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

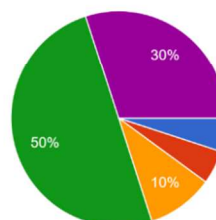
20 respostas



- Energético
- Técnico

Qual o grau de intensidade?

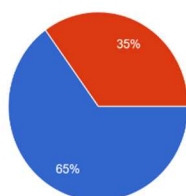
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

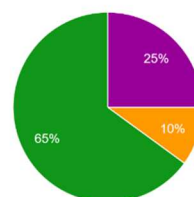
20 respostas



- Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico
- Custo Médio de O&M dos Aerogeradores

Qual o grau de intensidade?

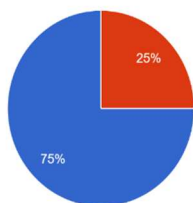
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

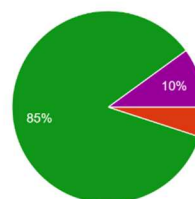
20 respostas



- Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico
- Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

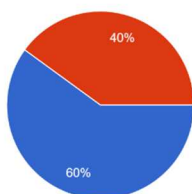
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

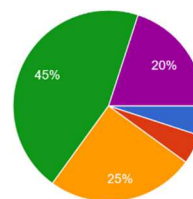
20 respostas



- Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico
- Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

Qual o grau de intensidade?

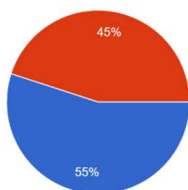
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

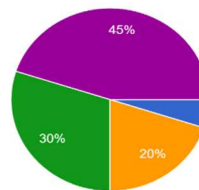
20 respostas



- Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico
- Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Qual o grau de intensidade?

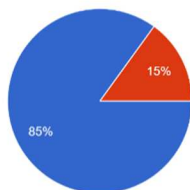
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

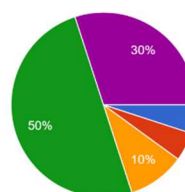
20 respostas



- Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico
- Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade?

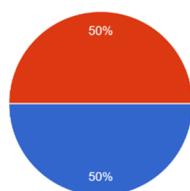
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

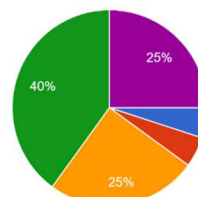
20 respostas



- Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico
- MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

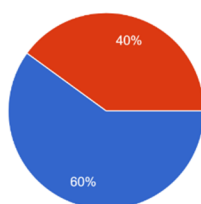
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

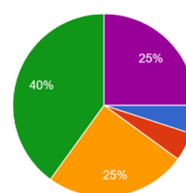
20 respostas



- Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico
- MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

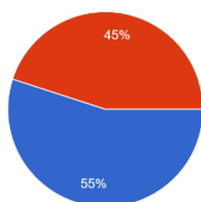
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

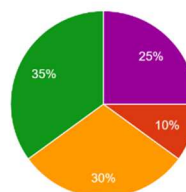
20 respostas



- Receita Operacional Bruta do Parque | Complexo Eólico
- Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade?

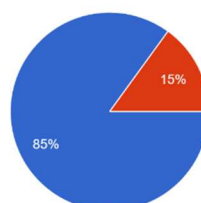
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

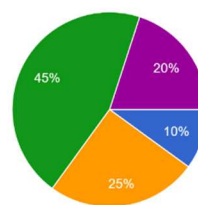
20 respostas



- Custo Médio de O&M dos Aerogeradores
- Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

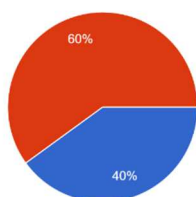
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

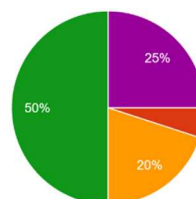
20 respostas



- Custo Médio de O&M dos Aerogeradores
- Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Edílico

Qual o grau de intensidade?

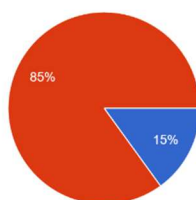
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

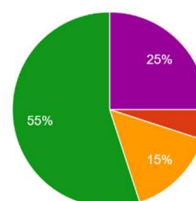
20 respostas



- Custo Médio de O&M dos Aerogeradores
- Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Qual o grau de intensidade?

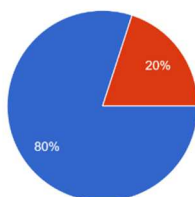
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

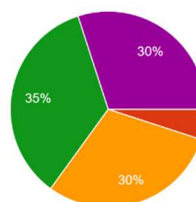
20 respostas



- Custo Médio de O&M dos Aerogeradores
- Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade?

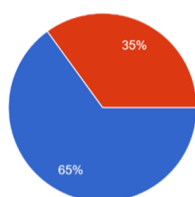
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

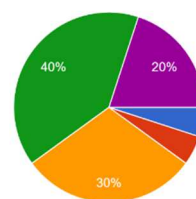
20 respostas



- Custo Médio de O&M dos Aerogeradores
- MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

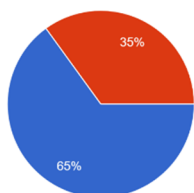
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

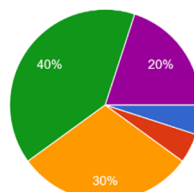
20 respostas



- Custo Médio de O&M dos Aerogeradores
- MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

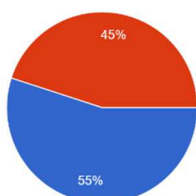
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

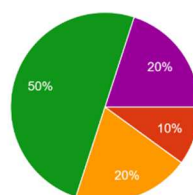
20 respostas



- Custo Médio de O&M dos Aerogeradores
- Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade?

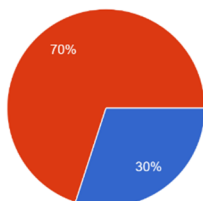
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

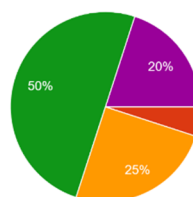
20 respostas



- Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)
- Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico

Qual o grau de intensidade?

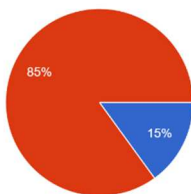
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

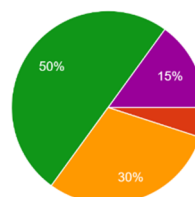
20 respostas



- Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)
- Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Qual o grau de intensidade?

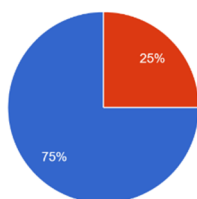
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

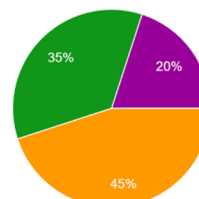
20 respostas



- Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)
- Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade?

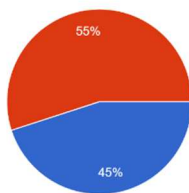
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

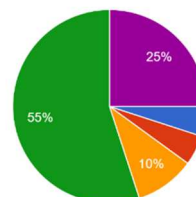
20 respostas



- Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)
- MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

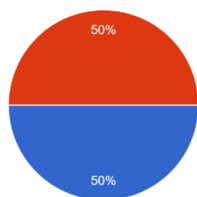
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

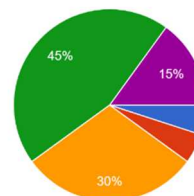
20 respostas



- Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)
- MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

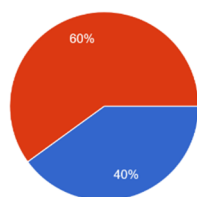
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

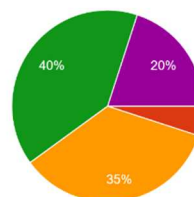
20 respostas



- Custo Médio de O&M do BOP (Balance of plant)
- Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade?

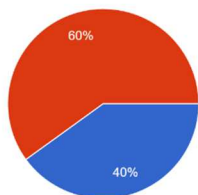
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

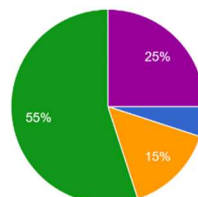
20 respostas



- Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico
- Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)

Qual o grau de intensidade?

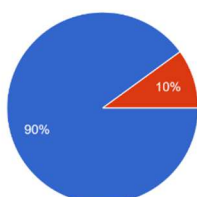
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

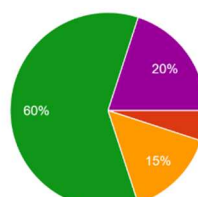
20 respostas



- Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico
- Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade?

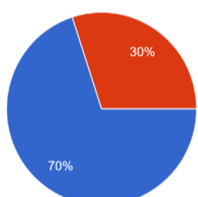
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

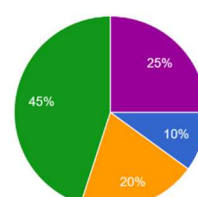
20 respostas



- Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico
- MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

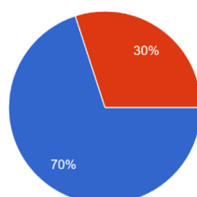
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

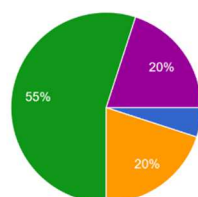
20 respostas



- Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico
- MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

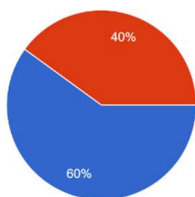
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

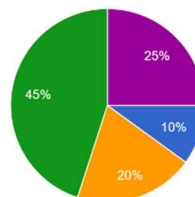
20 respostas



- Fator de Capacidade Médio Verificado do Parque | Complexo Eólico
- Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade?

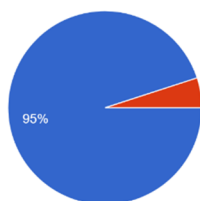
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

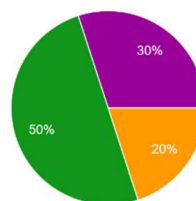
20 respostas



- Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)
- Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)

Qual o grau de intensidade?

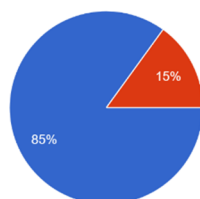
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

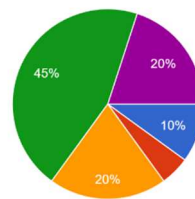
20 respostas



- Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)
- MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

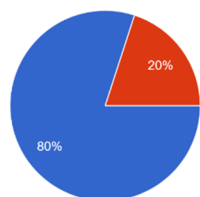
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

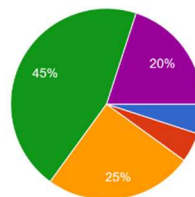
20 respostas



- Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)
- MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

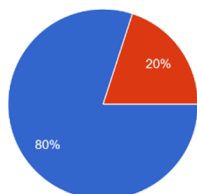
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

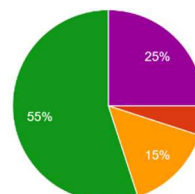
20 respostas



- Disponibilidade do Parque | Complexo (Aerogeradores e BOP)
- Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade?

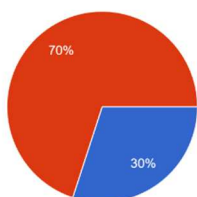
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

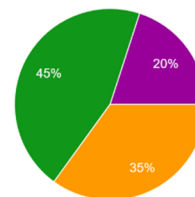
20 respostas



- Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)
- MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

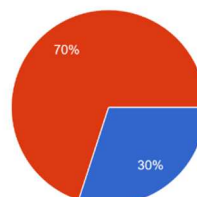
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

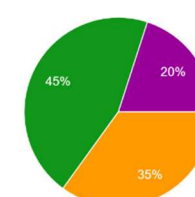
20 respostas



- Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)
- MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aerogeradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

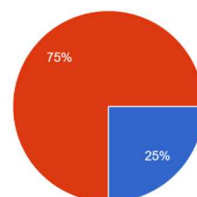
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

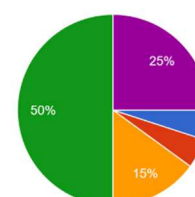
20 respostas



- Potência Instalada (Potência ativa homologada pela ANEEL)
- Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade?

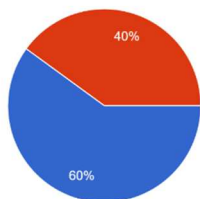
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

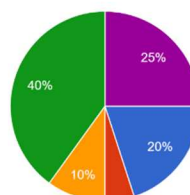
20 respostas



- MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aero geradores e BOP (Balance of plant)
- MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aero geradores e BOP (Balance of plant)

Qual o grau de intensidade?

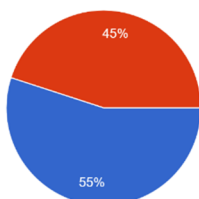
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

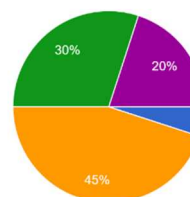
20 respostas



- MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) dos Aero geradores e BOP (Balance of plant)
- Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade?

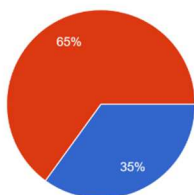
20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

Qual indicador é mais importante?

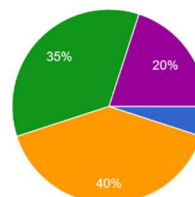
20 respostas



- MTTF (Tempo Médio Para Reparo) dos Aero geradores e BOP (Balance of plant)
- Vida Média do Conjunto (Geradores, Naceles, Pás, Transformadores e Torres)

Qual o grau de intensidade?

20 respostas



- Igual
- Baixa
- Moderada
- Elevada
- Forte

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	16%
2	ENER	Técnico	78%
3	TEC	Energético	6%

Avaliador 1	1	☐: 0,1	CR: 41%	1
-------------	---	--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	31%
2	ENER	Técnico	36%
3	TEC	Energético	33%

Avaliador 2	1	☐: 0,1	CR: 668%	1
-------------	---	--------	----------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	15%
2	ENER	Técnico	29%
3	TEC	Energético	56%

Avaliador 3	1	☐: 0,1	CR: 45%	1
-------------	---	--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	33%
2	ENER	Técnico	33%
3	TEC	Energético	33%

Avaliador 4	1	☐: 0,1	CR: 742%	1
-------------	---	--------	----------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	75%
2	ENER	Técnico	6%
3	TEC	Energético	18%

Avaliador 5	1	☐: 0,1	CR: 31%	1
-------------	---	--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	33%
2	ENER	Técnico	31%
3	TEC	Energético	36%

Avaliador 6	1	☐: 0,1	CR: 668%	1
-------------	---	--------	----------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	79%
2	ENER	Técnico	17%
3	TEC	Energético	5%

Avaliador 7	1	☐: 0,1	CR: 45%	1
-------------	---	--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	6%
2	ENER	Técnico	74%
3	TEC	Energético	20%

Avaliador 8	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 45%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	78%
2	ENER	Técnico	18%
3	TEC	Energético	4%

Avaliador 9	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 59%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	6%
2	ENER	Técnico	74%
3	TEC	Energético	20%

Avaliador 10	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 45%	1
--------	---------	---

	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	78%
2	ENER	Técnico	4%
3	TEC	Energético	18%

Avaliador 11	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 59%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	79%
2	ENER	Técnico	5%
3	TEC	Energético	17%

Avaliador 12	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 45%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	33%
2	ENER	Técnico	36%
3	TEC	Energético	31%

Avaliador 13	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 59%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	79%
2	ENER	Técnico	17%
3	TEC	Energético	5%

Avaliador 14	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 45%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	74%
2	ENER	Técnico	9%
3	TEC	Energético	17%

Avaliador 15	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 24%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	75%
2	ENER	Técnico	18%
3	TEC	Energético	6%

Avaliador 16	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 31%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	78%
2	ENER	Técnico	18%
3	TEC	Energético	4%

Avaliador 17	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 59%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	74%
2	ENER	Técnico	20%
3	TEC	Energético	6%

Avaliador 18	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 45%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	20%
2	ENER	Técnico	74%
3	TEC	Energético	6%

Avaliador 19	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 45%	1
--------	---------	---

n	Critério	Comentário	RGMM
1	FINAN	Financeiro	79%
2	ENER	Técnico	5%
3	TEC	Energético	17%

Avaliador 20	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 45%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	25%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	6%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	25%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	4%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	16%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	2%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	8%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	12%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	3%

Avaliador 1	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 32%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	3%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	5%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	1%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	22%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	13%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	8%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	22%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	13%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	13%

Avaliador 2	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 158%	1
--------	----------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	12%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	7%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	2%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	6%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	2%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	15%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	15%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	40%

Avaliador 3	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 31%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	9%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	39%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	6%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	15%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	24%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	3%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	2%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	1%

Avaliador 4	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 52%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	21%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	14%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	5%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	17%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	26%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	6%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	5%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	4%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	3%

Avaliador 5	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 70%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	6%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	2%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	4%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	36%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	25%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	10%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	3%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	14%

Avaliador 6	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 35%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	29%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	14%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	12%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	11%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	24%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	3%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	3%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	2%

Avaliador 7	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 69%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	7%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	18%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	3%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	12%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	27%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	18%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	2%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	1%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	12%

Avaliador 8	1
-------------	---

☐: 0,1	CR: 84%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	10%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	43%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	1%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	6%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	23%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	6%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	3%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	3%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	6%

Avaliador 9 | 1

□: 0,1 CR: 47% 1

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	3%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	13%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	3%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	36%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	15%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	2%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	15%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	8%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	7%

Avaliador 10 | 1

□: 0,1 CR: 38% 1

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	2%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	28%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	10%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	3%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	26%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	5%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	4%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	20%

Avaliador 11 | 1

□: 0,1 CR: 55% 1

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	4%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	2%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	15%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	3%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	37%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	15%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	7%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	16%

Avaliador 12 | 1

□: 0,1 CR: 43% 1

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	4%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	3%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	10%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	41%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	23%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	4%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	9%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	4%

Avaliador 13	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 48%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	22%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	42%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	2%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	9%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	13%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	6%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	3%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	4%

Avaliador 14	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 36%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	10%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	27%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	4%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	12%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	10%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	2%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	10%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	11%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	14%

Avaliador 15	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 13%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	3%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	26%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	2%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	16%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	5%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	6%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	3%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	3%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	37%

Avaliador 16	1
--------------	---

☐: 0,1	CR: 29%	1
--------	---------	---

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	2%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	1%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	1%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	25%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	26%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	26%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	6%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	4%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	10%

Avaliador 17 | 1

□: 0,1 CR: 74% 1

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	7%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	27%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	18%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	3%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	27%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	5%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	5%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	5%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	2%

Avaliador 18 | 1

□: 0,1 CR: 75% 1

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	16%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	9%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	11%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	11%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	35%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	2%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	8%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	6%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	3%

Avaliador 19 | 1

□: 0,1 CR: 44% 1

n	Indicador	Comentário	RGMM
1	CMOMAERO	Custo Médio de O&M dos Aero geradores	24%
2	ROBP	Receita Operacional Bruta do Complexo	24%
3	CMOMBOP	Custo Médio de O&M do BOP (<i>Balance of plant</i>)	3%
4	FCMV	Fator de Capacidade Médio Verificado do Complexo	10%
5	DISP	Disponibilidade do Complexo	25%
6	POTINST	Potência Instalada (homologada pela ANEEL)	1%
7	MTBF	MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) do Complexo	3%
8	MTTR	MTTR (Tempo Médio Para Reparo) do Complexo	7%
9	VMC	Vida Média do Conjunto (Equipamentos)	3%

Avaliador 20 | 1

□: 0,1 CR: 58% 1

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	ROBP	
Usina A	0,96	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	205,00	
Usina B	0,95	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	66,00	
Usina C	0,90	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	210,00	
Usina D	0,88	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	180,00	
Usina E	0,85	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	70,00	
<i>Usina A</i>	0,96	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00		
<i>Usina A</i>									205,00	
Peso DEA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	Usina x Peso
U_A X U_B	1,000	1,000	0,000	1,000	0,909	1,000	0,000	0,625	1,000	0,806
U_A X U_C	0,233	0,347	1,000	1,000	1,000	0,000	0,500	1,000	0,000	0,648
U_A X U_D	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,875	1,000	1,000	1,000	0,932
U_A X U_E	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Indicador x Peso	0,089	0,130	0,032	0,149	0,242	0,026	0,051	0,061	0,067	0,7526

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	Usina x Peso
U_B X U_A	0,000	0,000	1,000	0,000	0,091	0,000	1,000	0,375	0,000	0,194
U_B X U_C	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,625	0,000	0,585
U_B X U_D	1,000	0,000	0,726	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,792
U_B X U_E	1,000	0,278	1,000	0,500	1,000	0,625	1,000	1,000	0,500	0,755
Indicador x Peso	0,055	0,011	0,059	0,093	0,192	0,006	0,082	0,050	0,033	0,517

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	Usina x Peso
U_C X U_A	0,767	0,653	0,000	0,000	0,000	1,000	0,500	0,000	1,000	0,352
U_C X U_B	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,375	1,000	0,415
U_C X U_D	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,788
U_C X U_E	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,788
Indicador x Peso	0,104	0,142	0,000	0,000	0,124	0,036	0,051	0,040	0,089	0,521

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	Usina x Peso
U_D X U_A	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,125	0,000	0,000	0,000	0,068
U_D X U_B	0,000	1,000	0,274	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,208
U_D X U_C	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,212
U_D X U_E	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,500	1,000	0,000	0,611
Indicador x Peso	0,000	0,078	0,052	0,037	0,062	0,019	0,010	0,017	0,000	0,244

	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	FCMV	DISP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	Usina x Peso
U_E X U_A	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
U_E X U_B	0,000	0,722	0,000	0,500	0,000	0,375	0,000	0,000	0,500	0,245
U_E X U_C	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,212
U_E X U_D	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,500	0,000	1,000	0,389
Indicador x Peso	0,028	0,028	0,016	0,093	0,000	0,003	0,010	0,000	0,033	0,188

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	ROBP	
Usina A	0,96	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	205,00	
Usina B	0,95	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	66,00	
Usina C	0,90	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	210,00	
Usina D	0,88	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	180,00	
Usina E	0,85	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	70,00	
<i>Usina B</i>	0,95	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00		
<i>Usina B</i>									66,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,83

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	ROBP	
Usina A	0,96	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	205,00	
Usina B	0,95	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	66,00	
Usina C	0,90	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	210,00	
Usina D	0,88	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	180,00	
Usina E	0,85	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	70,00	
<i>Usina C</i>	0,90	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00		
<i>Usina C</i>									210,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	ROBP	
Usina A	0,96	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	205,00	
Usina B	0,95	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	66,00	
Usina C	0,90	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	210,00	
Usina D	0,88	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	180,00	
Usina E	0,85	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	70,00	
<i>Usina D</i>	0,88	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00		
<i>Usina D</i>									180,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,01	1

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	ROBP	
Usina A	0,96	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	205,00	
Usina B	0,95	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	66,00	
Usina C	0,90	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	210,00	
Usina D	0,88	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	180,00	
Usina E	0,85	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	70,00	
<i>Usina E</i>	0,85	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00		
<i>Usina E</i>									70,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	1

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	0,830
Usina C	1,000
Usina D	1,000
Usina E	1,000

DMU's	Entradas								Saída
	ROBP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	DISP
Usina A	205,00	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	0,96
Usina B	66,00	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	0,95
Usina C	210,00	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	0,90
Usina D	180,00	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	0,88
Usina E	70,00	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	0,85
<i>Usina A</i>	205,00	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	
<i>Usina A</i>									0,96
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04

1

DMU's	Entradas								Saída
	ROBP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	DISP
Usina A	205,00	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	0,96
Usina B	66,00	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	0,95
Usina C	210,00	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	0,90
Usina D	180,00	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	0,88
Usina E	70,00	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	0,85
<i>Usina B</i>	66,00	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	
<i>Usina B</i>									0,95
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05

1

DMU's	Entradas								Saída
	ROBP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	DISP
Usina A	205,00	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	0,96
Usina B	66,00	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	0,95
Usina C	210,00	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	0,90
Usina D	180,00	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	0,88
Usina E	70,00	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	0,85
<i>Usina C</i>	210,00	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	
<i>Usina C</i>									0,90
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,00	1,11

1

DMU's	Entradas								Saída
	ROBP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	DISP
Usina A	205,00	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	0,96
Usina B	66,00	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	0,95
Usina C	210,00	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	0,90
Usina D	180,00	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	0,88
Usina E	70,00	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	0,85
<i>Usina D</i>	180,00	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	
<i>Usina D</i>									0,88
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,17	0,04	0,00	1,14

1

DMU's	Entradas								Saída
	ROBP	CMAERO	CMOMBOP	FCMV	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	DISP
Usina A	205,00	203,00	65,00	0,61	182,00	4,00	2,00	6,00	0,96
Usina B	66,00	305,00	52,00	0,57	70,00	5,00	2,50	4,00	0,95
Usina C	210,00	170,00	125,00	0,36	220,00	4,00	3,00	7,00	0,90
Usina D	180,00	600,00	54,00	0,48	180,00	1,00	8,00	3,00	0,88
Usina E	70,00	390,00	73,00	0,53	60,00	1,00	10,00	4,00	0,85
<i>Usina E</i>	70,00	390,00	73,00	0,53	60,00	1,50	10,30	4,00	
<i>Usina E</i>									0,85
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	1,18	0,01	0,00	0,00	0,00	1,18

1

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	1,000
Usina C	1,000
Usina D	1,000
Usina E	1,000

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	FCMV
Usina A	0,96	203,00	65,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	0,61
Usina B	0,95	305,00	52,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	0,57
Usina C	0,90	170,00	125,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	0,36
Usina D	0,88	600,00	54,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	0,48
Usina E	0,85	390,00	73,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	0,53
<i>Usina A</i>	0,96	203,00	65,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	
<i>Usina A</i>									0,61
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	FCMV
Usina A	0,96	203,00	65,00	205,0	182,00	4,00	2,00	6,00	0,61
Usina B	0,95	305,00	52,00	66,0	70,00	5,00	2,50	4,00	0,57
Usina C	0,90	170,00	125,00	210,0	220,00	4,00	3,00	7,00	0,36
Usina D	0,88	600,00	54,00	180,0	180,00	1,00	8,00	3,00	0,48
Usina E	0,85	390,00	73,00	70,0	60,00	1,00	10,00	4,00	0,53
<i>Usina B</i>	0,95	305,00	52,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	
<i>Usina B</i>									0,57
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	FCMV
Usina A	0,96	203,00	65,00	205,0	182,00	4,00	2,00	6,00	0,61
Usina B	0,95	305,00	52,00	66,0	70,00	5,00	2,50	4,00	0,57
Usina C	0,90	170,00	125,00	210,0	220,00	4,00	3,00	7,00	0,36
Usina D	0,88	600,00	54,00	180,0	180,00	1,00	8,00	3,00	0,48
Usina E	0,85	390,00	73,00	70,0	60,00	1,00	10,00	4,00	0,53
<i>Usina C</i>	0,90	170,00	125,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	
<i>Usina C</i>									0,36
Peso DEA	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	FCMV
Usina A	0,96	203,00	65,00	205,0	182,00	4,00	2,00	6,00	0,61
Usina B	0,95	305,00	52,00	66,0	70,00	5,00	2,50	4,00	0,57
Usina C	0,90	170,00	125,00	210,0	220,00	4,00	3,00	7,00	0,36
Usina D	0,88	600,00	54,00	180,0	180,00	1,00	8,00	3,00	0,48
Usina E	0,85	390,00	73,00	70,0	60,00	1,00	10,00	4,00	0,53
<i>Usina D</i>	0,88	0,00	0,02	180,00	180,00	1,20	7,90	3,00	
<i>Usina D</i>									0,48
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,24	2,08

0,69

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	CMAERO	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	FCMV
Usina A	0,96	203,00	65,00	205,0	182,00	4,00	2,00	6,00	0,61
Usina B	0,95	305,00	52,00	66,0	70,00	5,00	2,50	4,00	0,57
Usina C	0,90	170,00	125,00	210,0	220,00	4,00	3,00	7,00	0,36
Usina D	0,88	600,00	54,00	180,0	180,00	1,00	8,00	3,00	0,48
Usina E	0,85	390,00	73,00	70,0	60,00	1,00	10,00	4,00	0,53
<i>Usina E</i>	0,85	390,00	73,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	
<i>Usina E</i>									0,53
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	1,90

1

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	1,000
Usina C	1,000
Usina D	0,697
Usina E	1,000

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMAERO	
Usina A	0,96	0,61	65,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	203,00	
Usina B	0,95	0,57	52,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	305,00	
Usina C	0,90	0,36	125,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	170,00	
Usina D	0,88	0,48	54,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	600,00	
Usina E	0,85	0,53	73,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	390,00	
<i>Usina A</i>	0,96	0,61	65,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00		
<i>Usina A</i>									203,00	
Peso DEA	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	1

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMAERO	
Usina A	0,96	0,61	65,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	203,00	
Usina B	0,95	0,57	52,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	305,00	
Usina C	0,90	0,36	125,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	170,00	
Usina D	0,88	0,48	54,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	600,00	
Usina E	0,85	0,53	73,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	390,00	
<i>Usina B</i>	0,95	0,57	52,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00		
<i>Usina B</i>									305,00	
Peso DEA	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,75

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMAERO	
Usina A	0,96	0,61	65,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	203,00	
Usina B	0,95	0,57	52,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	305,00	
Usina C	0,90	0,36	125,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	170,00	
Usina D	0,88	0,48	54,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	600,00	
Usina E	0,85	0,53	73,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	390,00	
<i>Usina C</i>	0,90	0,36	125,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00		
<i>Usina C</i>									170,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,01	1

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMAERO	
Usina A	0,96	0,61	65,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	203,00	
Usina B	0,95	0,57	52,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	305,00	
Usina C	0,90	0,36	125,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	170,00	
Usina D	0,88	0,48	54,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	600,00	
Usina E	0,85	0,53	73,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	390,00	
<i>Usina D</i>	0,88	0,48	54,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00		
<i>Usina D</i>									600,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,57

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMOMBOP	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMAERO	
Usina A	0,96	0,61	65,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	203,00	
Usina B	0,95	0,57	52,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	305,00	
Usina C	0,90	0,36	125,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	170,00	
Usina D	0,88	0,48	54,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	600,00	
Usina E	0,85	0,53	73,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	390,00	
<i>Usina E</i>	0,85	0,53	73,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00		
<i>Usina E</i>									390,00	
Peso DEA	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	1

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	0,751
Usina C	1,000
Usina D	0,578
Usina E	1,000

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTRR	CMOMBOP	VMC
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	65,00	6,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	52,00	4,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	125,00	7,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	54,00	3,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	73,00	4,00
<i>Usina A</i>	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	65,00	
<i>Usina A</i>									6,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTRR	CMOMBOP	VMC
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	65,00	6,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	52,00	4,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	125,00	7,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	54,00	3,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	73,00	4,00
<i>Usina B</i>	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	52,00	
<i>Usina B</i>									4,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,25

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTRR	CMOMBOP	VMC
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	65,00	6,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	52,00	4,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	125,00	7,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	54,00	3,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	73,00	4,00
<i>Usina C</i>	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	125,00	
<i>Usina C</i>									7,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,14

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTRR	CMOMBOP	VMC
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	65,00	6,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	52,00	4,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	125,00	7,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	54,00	3,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	73,00	4,00
<i>Usina D</i>	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	54,00	
<i>Usina D</i>									3,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,01	0,32

0,95

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTRR	CMOMBOP	VMC
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	65,00	6,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	52,00	4,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	125,00	7,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	54,00	3,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	73,00	4,00
<i>Usina E</i>	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	73,00	
<i>Usina E</i>									4,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,25

1

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	1,000
Usina C	1,000
Usina D	0,959
Usina E	1,000

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00
<i>Usina A</i>	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	
<i>Usina A</i>									4,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00
<i>Usina B</i>	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	
<i>Usina B</i>									5,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00
<i>Usina C</i>	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	
<i>Usina C</i>									4,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00
<i>Usina D</i>	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	
<i>Usina D</i>									1,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,27

0,26

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00
<i>Usina E</i>	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	73,00	
<i>Usina E</i>									4,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,25

0,23

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	1,000
Usina C	1,000
Usina D	0,267
Usina E	0,233

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTBF	VMC	MTTR	
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	4,00	6,00	2,00	
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	5,00	4,00	2,50	
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	4,00	7,00	3,00	
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	1,00	3,00	8,00	
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	1,00	3,00	8,00	
<i>Usina A</i>	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	4,00	6,00		
<i>Usina A</i>									2,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,50	

1

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF	
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00	
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00	
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00	
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00	
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00	
<i>Usina B</i>	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	5,00	4,00		
<i>Usina B</i>									2,50	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	

1

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF	
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00	
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00	
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00	
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00	
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00	
<i>Usina C</i>	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	4,00	7,00		
<i>Usina C</i>									3,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,33	

1

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF	
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00	
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00	
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00	
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00	
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00	
<i>Usina D</i>	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	1,00	3,00		
<i>Usina D</i>									8,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	

0,62

DMU's	Entradas								Saída	
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	CMOMBOP	MTTR	VMC	MTBF	
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	65,00	2,00	6,00	4,00	
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	52,00	2,50	4,00	5,00	
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	125,00	3,00	7,00	4,00	
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	54,00	8,00	3,00	1,00	
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	10,00	4,00	1,00	
<i>Usina E</i>	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	73,00	1,00	3,00		
<i>Usina E</i>									8,00	
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	

0,40

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	1,000
Usina C	1,000
Usina D	0,628
Usina E	0,409

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMOMBOP
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	65,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	52,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	125,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	54,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	73,00
<i>Usina A</i>	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	
<i>Usina A</i>									65,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,14	0,02

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMOMBOP
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	65,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	52,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	125,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	54,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	73,00
<i>Usina B</i>	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	
<i>Usina B</i>									52,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,17	0,02

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMOMBOP
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	65,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	52,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	125,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	54,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	73,00
<i>Usina C</i>	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	
<i>Usina C</i>									125,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,13	0,01

0,62

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMOMBOP
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	65,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	52,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	125,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	54,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	73,00
<i>Usina D</i>	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	
<i>Usina D</i>									54,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,17	0,02

1

DMU's	Entradas								Saída
	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	POTINST	MTBF	MTTR	VMC	CMOMBOP
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	182,00	4,00	2,00	6,00	65,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	70,00	5,00	2,50	4,00	52,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	220,00	4,00	3,00	7,00	125,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	180,00	1,00	8,00	3,00	54,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	73,00
<i>Usina E</i>	0,85	0,53	390,00	70,00	60,00	1,00	10,00	4,00	
<i>Usina E</i>									73,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	0,01

0,95

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	1,000
Usina C	0,623
Usina D	0,628
Usina E	0,958

Entradas									Saída
DMU's	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	MTBF	MTTR	VMC	POTINST
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	65,00	4,00	2,00	6,00	182,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	52,00	5,00	2,50	4,00	70,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	125,00	4,00	3,00	7,00	220,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	54,00	1,00	8,00	3,00	180,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	73,00	1,00	10,00	4,00	60,00
<i>Usina A</i>	0,96	0,61	203,00	205,00	65,00	4,00	2,00	6,00	
<i>Usina A</i>									182,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

1

Entradas									Saída
DMU's	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	MTBF	MTTR	VMC	POTINST
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	65,00	4,00	2,00	6,00	182,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	52,00	5,00	2,50	4,00	70,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	125,00	4,00	3,00	7,00	220,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	54,00	1,00	8,00	3,00	180,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	73,00	1,00	10,00	4,00	60,00
<i>Usina B</i>	0,95	0,57	305,00	66,00	52,00	5,00	2,50	4,00	
<i>Usina B</i>									70,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

1

Entradas									Saída
DMU's	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	MTBF	MTTR	VMC	POTINST
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	65,00	4,00	2,00	6,00	182,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	52,00	5,00	2,50	4,00	70,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	125,00	4,00	3,00	7,00	220,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	54,00	1,00	8,00	3,00	180,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	73,00	1,00	10,00	4,00	60,00
<i>Usina C</i>	0,90	0,36	170,00	210,00	125,00	4,00	3,00	7,00	
<i>Usina C</i>									220,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

1

Entradas									Saída
DMU's	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	MTBF	MTTR	VMC	POTINST
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	65,00	4,00	2,00	6,00	182,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	52,00	5,00	2,50	4,00	70,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	125,00	4,00	3,00	7,00	220,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	54,00	1,00	8,00	3,00	180,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	73,00	1,00	10,00	4,00	60,00
<i>Usina D</i>	0,88	0,48	600,00	180,00	54,00	1,00	8,00	3,00	
<i>Usina D</i>									180,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

1

Entradas									Saída
DMU's	DISP	FCMV	CMAERO	ROBP	CMOMBOP	MTBF	MTTR	VMC	POTINST
Usina A	0,96	0,61	203,00	205,00	65,00	4,00	2,00	6,00	182,00
Usina B	0,95	0,57	305,00	66,00	52,00	5,00	2,50	4,00	70,00
Usina C	0,90	0,36	170,00	210,00	125,00	4,00	3,00	7,00	220,00
Usina D	0,88	0,48	600,00	180,00	54,00	1,00	8,00	3,00	180,00
Usina E	0,85	0,53	390,00	70,00	73,00	1,00	10,00	4,00	60,00
<i>Usina E</i>	0,85	0,53	390,00	70,00	73,00	1,00	10,00	4,00	
<i>Usina E</i>									60,00
Peso DEA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01

0,83

DMU's	Eficiência
Usina A	1,000
Usina B	1,000
Usina C	1,000
Usina D	1,000
Usina E	0,831