

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
EM REDE NACIONAL**

FLÁVIO PEREIRA GUIMARÃES

**PROPOSTA DE UM ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DAS EQUIPES DE FISCALIZAÇÃO
DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO
SUL**

DOURADOS – MS
2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
EM REDE NACIONAL**

FLÁVIO PEREIRA GUIMARÃES

**PROPOSTA DE UM ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DAS EQUIPES DE FISCALIZAÇÃO
DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO
SUL**

Trabalho de Conclusão Final apresentado ao Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional da Universidade Federal da Grande Dourados (PROFIAP/UFGD), como requisito à obtenção do título de Mestre em Administração Pública.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos.

DOURADOS – MS
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G963p Guimaraes, Flavio Pereira
Proposta de Criação de um Índice de Eficiência das Equipes de Fiscalização do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso do Sul [recurso eletrônico] / Flavio Pereira Guimaraes. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Paulo Sérgio Vasconcelos.
Dissertação (Mestrado em Administração Pública)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Eficiência. 2. Gestão de Desempenho. 3. Análise Envolvória de Dados. 4. Corpo de Bombeiros Militar. I. Vasconcelos, Paulo Sérgio. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



UFGD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO FINAL DE MESTRADO APRESENTADA POR **FLÁVIO PEREIRA GUIMARÃES**, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA EM REDE NACIONAL, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA".

Aos vinte e oito dias do mês de agosto de dois mil e dezenove, às 13 horas, em sessão pública, realizou-se na Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Trabalho de Conclusão Final de Mestrado intitulada "PROPOSTA DE UM ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DAS EQUIPES DE FISCALIZAÇÃO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL", apresentada pela mestrandia Flávio Pereira Guimarães, do Programa de Pós-Graduação em ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, à Banca Examinadora constituída pelos membros: Prof. Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos/UFGD (presidente - orientador), Prof. Dr. Caio Luis Chiariello/UFGD (membro titular - interno), Prof. Dr. Márcio de Araújo Pereira/UEMS (membro titular - externo), Prof.^a Dr.^a Paula Regina Zarelli/UTFPR (membro titular - externo) e Cel. Edison Zanlucas (Membro do Mercado). Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer o candidato e aos integrantes da Banca as normas a serem observadas na apresentação do Trabalho de Conclusão Final. Após o candidato ter apresentado o seu Trabalho de Conclusão Final, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições. Terminada a Defesa, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido a candidata considerada APROVADO, fazendo jus ao título de **MESTRE EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA**. Os membros da banca abaixo assinados atestam que o Prof. Dr. Caio Luis Chiariello; a Prof.^a Dr.^a Paula Regina Zarelli e o Prof. Dr. Márcio de Araújo Pereira participaram de forma remota desta defesa de dissertação, considerando o candidato APROVADO. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos _____ Paulo Sérgio Vasconcelos Dourados, 28 de agosto de 2019.
Prof. Dr. Márcio de Araújo Pereira _____ (Participação Remota)
Prof. Dr. Caio Luis Chiariello _____ (Participação Remota)
Prof.^a Dr.^a Paula Regina Zarelli _____ (Participação Remota)
Cel. Edison Zanlucas _____ Edison Zanlucas (Membro do Mercado)

(PARA USO EXCLUSIVO DA PROPP)

ATA HOMOLOGADA EM: ___/___/___, PELA PROPP/ UFGD.

Pró-Reitoria de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa
Assinatura e Carimbo

*À minha família, meu supedâneo que
compreende os momentos de ausência.*

AGRADECIMENTOS

Ao concluir a presente pesquisa, não poderia deixar de reconhecer a importância de algumas pessoas que contribuíram de sobremaneira para o sucesso desta missão.

O desafio de enfrentar um longo período de pós-graduação *Stricto Sensu*, sem poder afastar-me das atividades laborais no Corpo de Bombeiros Militar do estado de Mato Grosso do Sul foi duro, exigente e que me requereu uma dedicação ímpar. No entanto, poder contribuir de modo inédito para a melhoria da Gestão Pública na corporação em que sirvo há mais de 24 anos foi algo sublime e inesquecível.

Obviamente, sem o apoio de pessoas fundamentais para o alcance do êxito, eu não teria conseguido. Agradeço pontualmente ao meu ilustre e paciente orientador, Prof. Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos, pelos ensinamentos, pela confiança em mim depositada e pelo apoio incondicional ao apoiar os dois projetos de pesquisa que lhe apresentei. Mesmo com a mudança de tema tendo ocorrido na segunda metade do curso, não se opôs ou mesmo colocou dificuldades intransponíveis para isso. Sua ampla experiência no mercado profissional e na academia foi fundamental para repassar-me as orientações necessárias e imprescindíveis.

Não poderia deixar de agradecer também ao Prof. Dr. Caio Luis Chiariello, titular da disciplina Finanças Públicas e Gestão Orçamentária e integrante da banca avaliadora deste trabalho. Graças a uma de suas aulas, onde a temática eficiência na gestão pública veio à tona, tomei a enfática decisão de discorrer sobre esse tema e aplicá-lo no meu ambiente de trabalho.

Agradeço aos Prof. Drs. Alfa, Erlaine, Jane, Kellcia, Luan e Rosemar que compartilharam comigo toda sua bagagem e experiência, tendo contribuído para a complementação de minha formação neste curso, repassando suas experiências e conhecimento de modo incontestado.

Agradeço à Prof. Dra. Vera, coordenadora do curso e que, com sua competência e dedicação, ofereceu-nos um curso de alta qualidade e de grande importância, com extrema organização e habilidade, superando todas as barreiras e dificuldades peculiares.

Agradeço de sobremodo ao Prof. Dr. Douglas Fukunaga Surco. Engenheiro civil e professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Campo Mourão, o qual teve contribuição fundamental para o sucesso desta pesquisa. Parabéns professor por desenvolver em sua dissertação de mestrado o DEA-SAED: *Software* de Análise de Envoltória de Dados e por disponibilizá-lo gratuitamente para uso irrestrito.

Agradeço também ao Prof. Dr. Márcio de Araújo Pereira, Diretor-Presidente da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do estado do Mato Grosso do Sul (Fundect) e meu ilustre professor da pós-graduação *lato sensu*, por aceitar o convite para apreciar a presente pesquisa e participar da banca avaliadora, na condição de membro externo ao programa Profiap – Mestrado Profissional em Administração Pública.

Agradeço aos colegas de turma com os quais pude aprender várias lições e tomar conhecimento sobre as realidades de outros órgãos públicos aos quais aqueles são efetivados.

Agradeço imensamente à Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade concedida e pelo apoio que me foi oferecido ao longo de todo o mestrado. Obrigado por passar a integrar o meu currículo. Orgulho imenso de ter sido aluno dessa honrosa instituição.

Agradeço ao comando do Corpo de Bombeiros Militar do estado de Mato Grosso do Sul onde, por meio de seu Comandante Geral – Coronel Joilson Alves do Amaral, concedeu-me acesso irrestrito e propiciou-me a oportunidade de mensurar a eficiência das equipes de fiscalização daquela corporação.

Agradeço também a cada um dos bombeiros militares vistoriantes da citada corporação pela prestação das informações necessárias para a formação da base de dados estudada.

Por fim, agradecimento especial devo à minha família: à minha esposa e a meus filhos. Pelos vários momentos em que estive na minha “bolha do mestrado”, onde por horas a fio estive presente de corpo, enquanto a mente dedicava-se à elaboração dos vários artigos, trabalhos de conclusão de disciplina e, principalmente, à construção desta pesquisa. Obrigado por compreenderem os meus objetivos e por saberem que tudo que faço, também faço por eles. Obrigado Gislaine, minha companheira, minha alma gêmea, minha amiga, esposa que me ensina a cada dia a ser um esposo melhor. Aquiles, meu caçula, agora teremos mais tempo para brincarmos. Flávio Lucas, meu primogênito que no auge de seus 18 anos está na iminência de ingressar na vida acadêmica, espero que esta pesquisa lhe sirva de exemplo e que galgue os mais altos degraus do sucesso e da conquista.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.” (Theodore Roosevelt)

RESUMO

No Mato Grosso do Sul, a lei estadual 4.335/2013 determina ao Corpo de Bombeiros Militar, realizar as atividades de prevenção e combate a incêndio, pânico e outros riscos, sendo responsável pela fiscalização de edificações, instalações e ocupações temporárias e demais áreas de risco, por meio de vistorias técnicas nesses locais. Para o cumprimento dessa obrigação, aquela instituição emprega equipes de vistoriantes que percorrem todo o estado para o cumprimento da missão. Como toda atividade estatal, esse serviço prestado à população apresenta um custo. Frente a um cenário econômico atual marcado pela escassez de recursos públicos, é importante mensurar a eficiência dessas ações. O objetivo deste trabalho foi criar uma proposta de um índice de eficiência dessas equipes de vistoria, por meio do uso da técnica de medição de desempenho denominada *Data Envelopment Analysis (DEA)* ou Análise Envoltória de Dados, também conhecida como análise de fronteira. Essa técnica estatística pode ser utilizada para avaliar a eficiência relativa de Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units – DMU*), ou seja, ela mede e avalia a eficiência de uma organização. Em um período de 120 dias, foi analisado um total de 2038 vistorias, realizadas por quinze *DMUs*. Para tanto, um *software* foi concebido pelo pesquisador e colocado à disposição de todos os vistoriantes em atuação. Após a análise e compilação dos dados, utilizou-se a técnica de Boxplot Ajustado para identificação e exclusão de trinta e sete vistorias consideradas *outliers*. Os dados restantes foram submetidos à *DEA* e assim, foi possível classificar as unidades em eficientes e ineficientes, no período analisado. Das quinze unidades analisadas, cinco foram consideradas 100% eficientes. Foi possível concluir que as unidades ineficientes apresentaram excessivo dispêndio de insumos, para uma baixa produção de vistorias. Cada uma dessas unidades ditas ineficientes receberam o valor alvo para tornarem-se eficientes, tanto na redução de insumos quanto no aumento dos produtos. Constatou-se que a eficiência pode ser atingida, na amostra analisada, mais facilmente pelo aumento da produção, mesmo tendo sido constatada uma distância maior para a fronteira de eficiência, quando comparada à distância dessa para com os insumos. Finalmente, importante ressaltar, enquanto contribuição, o processo de construção de índices de desempenho global ou indicadores de desempenho, considerando como base as variáveis originais participantes da análise.

Palavras-Chaves: Indicadores de Desempenho; *Outliers*; Análise Envoltória de Dados.

ABSTRACT

In Mato Grosso do Sul, state law 4.335 / 2013 determines to the Military Fire Brigade, to carry out fire prevention, fire and panic and other risks activities, being responsible for the supervision of buildings, temporary occupations and other areas at risk, by means of technical surveys in these places. In order to fulfill this obligation, that institution employs teams of surveyors who travel throughout the state to fulfill the mission. Like any state activity, this service provided to the population presents a cost. Faced with a current economic scenario marked by the scarcity of public resources, it is important to measure the efficiency of these actions. The objective of this work was to create a proposal of an efficiency index of these survey teams, through the use of the performance measurement technique called Data Envelopment Analysis (DEA) or Data Envelopment Analysis, also known as border analysis. This statistical technique can be used to evaluate the relative efficiency of Decision Making Units (DMU), that is, it measures and evaluates the efficiency of an organization. In a period of 120 days, a total of 2038 surveys were performed, performed by fifteen DMUs. For this purpose, a software was designed by the researcher and made available to all surveyors in action. After analyzing and compiling the data, the Fit Boxplot technique was used to identify and exclude thirty-seven surveys considered outliers. The remaining data were submitted to the DEA and, thus, it was possible to classify the units as efficient and inefficient in the analyzed period. Of the fifteen units analyzed, five were considered 100% efficient. It was possible to conclude that the inefficient units presented excessive expenditures of inputs, for a low production of surveys. Each of these so-called inefficient units received the target value to become efficient both in reducing inputs and increasing output. It was verified that the efficiency can be reached in the analyzed sample more easily by the increase of the production, even though a greater distance to the efficiency frontier was verified, when compared to the distance from this to the inputs. Finally, it is important to emphasize, as a contribution, the process of constructing global performance indices or performance indicators, based on the original variables involved in the analysis.

Keywords: *Performance indicators; Outliers; Data Envelopment Analysis.*

LISTA DE SIGLAS

AT	Autonomia da Viatura
AV	Área Vistoriada
BCC	Banker, Charnes e Cooper
CBMMS	Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso do Sul
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CO ₂	Dióxido de Carbono
<i>CRS</i>	<i>Constant Returns to Scale</i>
CSCIPOR	Código de Segurança Contra Incêndio, Pânico e Outros Riscos
CVCBM	Certificado de Vistoria do Corpo de Bombeiros Militar
DAT	Diretoria de Atividades Técnicas
<i>DEA</i>	<i>Data Envelopment Analysis</i>
<i>DLL</i>	<i>Dynamic Link Library</i>
<i>DMU</i>	<i>Decision Making Units</i>
<i>DRS</i>	<i>Decreasing Returns to Scale</i>
DU	Dias Úteis
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GBM	Grupamento de Bombeiros Militar
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<i>IRS</i>	<i>Increasing Returns to Scale</i>
JUCEMS	Junta Comercial do Estado de Mato Grosso do Sul
KM	Quilômetros Rodados
PIPE	Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas
PPL	Problema de Programação Linear
SAT	Seção de Atividades Técnicas
SGBM/Ind	Subgrupamento de Bombeiros Militar Independente
SL	Salário Líquido
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
TG	Tempo Gasto
TV	Tempo da Vistoria
VC	Valor do Combustível
<i>VRS</i>	<i>Variable Returns to Scale</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fatores relacionados à avaliação de desempenho.....	29
Figura 2 – Cadeia de valor e os 6Es do desempenho.....	33
Figura 3 – Elementos da Cadeia de valor e suas contribuições.....	34
Figura 4 – Etapas de medição e os 10 passos para a construção de indicadores.....	36
Figura 5 – Os dez passos para a construção de indicadores.....	37
Figura 6 – Curvas de produção dos retornos constantes, crescentes e decrescentes. .	46
Figura 7 – Variações assumidas pelos modelos <i>DEA</i> clássicos.	47
Figura 8 – Comparação entre as fronteiras dos modelos BCC e CCR.	51
Figura 9 - Gráfico de dispersão da população dos estados brasileiros.	55
Figura 10 - Fluxograma de Métodos de Detecção de Outliers.....	60
Figura 11 – Fases do Desenvolvimento da Pesquisa.	64
Figura 12 – Diagrama Entidade Relacionamento da Base de Dados.	67
Figura 13 – Tempo de vistoria para acesso de viaturas em edificações.	79
Figura 14 – Tempo de vistoria para um sistema completo de alarme de incêndio.....	80
Figura 15 – Tempo de vistoria para brigada de incêndio.	80
Figura 16 – Tempo de vistoria para brigada de incêndio profissional.	80
Figura 17 – Tempo de vistoria para um sistema de chuveiros automáticos.	81
Figura 18 – Tempo de vistoria para compartimentação de área.	81
Figura 19 – Tempo de vistoria para um sistema de controle de fumaça.....	81
Figura 20 – Tempo para controle de materiais de acabamento e revestimento.	82
Figura 21 – Tempo para um sistema de detecção automática de incêndio.	82
Figura 22 – Tempo de vistoria para um sistema de escadas pressurizadas.	82

Figura 23 – Tempo de vistoria para um sistema de resfriamento com espuma.	83
Figura 24 – Tempo de vistoria para um extintor.....	83
Figura 25 – Tempo de vistoria para um plano de emergência.	83
Figura 26 – Tempo de vistoria para um sistema de hidrantes e mangotinhos.	84
Figura 27 – Tempo de vistoria para um ponto de iluminação de emergência.	84
Figura 28 – Tempo para saída de emergência vertical (escada não enclausurada). ...	84
Figura 29 – Tempo para saída de emergência vertical (escada protegida).....	85
Figura 30 – Tempo para saída de emergência vertical (escada a prova de fumaça)...	85
Figura 31 – Tempo de vistoria para saída de emergência horizontal.	85
Figura 32 – Tempo de vistoria para isolamento de risco.....	86
Figura 33 – Tempo de vistoria para isolamento de risco.....	86
Figura 34 – Tempo para um sistema de proteção contra descargas atmosféricas.	86
Figura 35 – Tempo para um sistema fixo de gases limpos e dióxido de carbono.	87
Figura 36 – Tempo para apreensão de produtos, materiais e equipamentos.	87
Figura 37 – Tempo necessário para cassação de CVCBM.	87
Figura 38 – Tempo necessário para embargo.	88
Figura 39 – Tempo necessário para notificação.....	88
Figura 40 – Tempo necessário para procedimento de multa.....	88
Figura 41 – Tempo necessário para procedimento de interdição.	89
Figura 42 – Boxplot Ajustado para os insumos.	91
Figura 43 – Boxplot Ajustado para os produtos.....	91
Figura 44 – Resultados da avaliação de eficiência técnica orientação insumos, <i>VRS</i> .	93
Figura 45 – Ordenamento das 15 <i>DMUs</i> de acordo com a eficiência técnica orientada aos insumos, considerando-se <i>VRS</i>	94

Figura 46 – Fronteira de produção e avaliação da eficiência técnica das 15 <i>DMUs</i> , com orientação aos insumos e <i>VRS</i> , bem como a projeção horizontal da <i>DMU D</i> , visando a fronteira de eficiência.	94
Figura 47 – Projeção das <i>DMUs</i> , orientada aos insumos, considerando-se <i>VRS</i> , visando a fronteira de eficiência.	95
Figura 48 – Resultados da avaliação de eficiência técnica orientados aos produtos com <i>VRS</i>	96
Figura 49 – Ordenamento das 15 <i>DMUs</i> de acordo com a eficiência técnica orientada aos produtos, considerando-se <i>VRS</i>	97
Figura 50 – Fronteira de produção e avaliação da eficiência técnica das 15 <i>DMUs</i> , com orientação aos produtos e <i>VRS</i> , bem como a projeção vertical da <i>DMU C</i> , visando a fronteira de eficiência.	97
Figura 51 – Projeção das <i>DMUs</i> , orientada aos produtos, considerando-se <i>VRS</i> , visando a fronteira de eficiência.	98
Figura 52 – Resultados da avaliação de eficiência técnica com orientação simultânea aos insumos e produtos com <i>VRS</i>	99
Figura 53 – Ordenamento das 15 <i>DMUs</i> de acordo com a eficiência técnica com orientação simultânea aos insumos e produtos, considerando-se <i>VRS</i>	100
Figura 54 – Fronteira de produção e avaliação da eficiência técnica das 15 <i>DMUs</i> , com orientação simultânea aos insumos e produtos e <i>VRS</i> , bem como a projeção da <i>DMU H</i> , visando a fronteira de eficiência.	101
Figura 55 – Projeção das <i>DMUs</i> , com orientação simultânea aos insumos e produtos, considerando-se <i>VRS</i> , visando a fronteira de eficiência.	102
Figura 56 – Insumos consumidos pelas <i>DMUs</i> e suas respectivas projeções alvos para o alcance da eficiência.	105
Figura 57 – Produção atual das <i>DMUs</i> e suas respectivas projeções alvos para o alcance da eficiência.	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulações matemáticas dos modelos <i>DEA</i>	48
Tabela 2 – Estatística básica de um conjunto de dados simples.....	54
Tabela 3 – Estatística básica após a troca do valor 7 por 77 na amostra.	54
Tabela 4– População dos estados e do Distrito Federal	55
Tabela 5 – Elementos componentes da Etapa 1, Passo 1 – O que mensurar?	68
Tabela 6 – Exemplificação da Formulação dos Indicadores.....	72
Tabela 7 – Identificação das <i>DMUs</i>	78
Tabela 8 – Insumos e produtos de cada <i>DMU</i> , com a presença de <i>outliers</i>	89
Tabela 9 – Número de vistorias cadastradas de cada <i>DMU</i>	90
Tabela 10 – Dados para a construção do Boxplot Ajustado e número de <i>outliers</i>	90
Tabela 11 – Relação de insumos e produtos de cada <i>DMU</i> , eliminados os <i>outliers</i> . .	92
Tabela 12 – Projeção das <i>DMUs</i> visando a fronteira de eficiência, com orientação insumos, produtos e, simultaneamente, insumos e produtos, segundo <i>VRS</i>	103
Tabela 13 – Relação dos produtos em função dos insumos de cada <i>DMU</i>	107
Tabela 14 – Relação das taxas cobradas pelas vistorias e dos insumos consumidos para realizá-las.....	108

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Contextualização do problema	17
1.2 Justificativa.....	20
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo geral.....	22
1.3.2 Objetivos específicos	22
1.4 Desenvolvimento do trabalho.....	22
1.5 Estrutura do trabalho.....	23
2 REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1 O Corpo de Bombeiros Militar do estado de Mato Grosso Do Sul	25
2.2 Avaliação de desempenho nas organizações	27
2.2.1 A cadeia de valor e as dimensões do desempenho	32
2.2.2 Passos para a construção de indicadores de desempenho	36
2.3 Análise envoltória de dados.....	41
2.4 <i>Outliers</i>	52
2.4.1 Métodos de detecção de <i>outliers</i>	56
3 METODOLOGIA	61
3.1 Caracterização do tipo da pesquisa.....	61
3.2 Fases de desenvolvimento da pesquisa.....	63
3.2.1 Fundamentação teórica	63
3.2.2 Objeto de estudo	65
3.2.3 Coleta de dados	66
3.2.4 Definição dos indicadores a serem utilizados na mensuração da eficiência.....	68
3.2.5. Identificação de <i>outliers</i>	74
3.2.6. Aplicação da metodologia <i>DEA</i>	75
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
4.1 Identificação e eliminação dos <i>outliers</i>.....	89
4.2 Aplicação da metodologia <i>DEA</i>.....	92
4.2.1. Modelo radial orientado aos insumos	93
4.2.2. Modelo radial orientado aos produtos.....	96
4.2.2. Modelo não radial orientado aos insumos/produtos	99
4.2.3. Visão geral da aplicação dos modelos.....	102

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
REFERÊNCIAS.....	113
APÊNDICE A - SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO E APOIO PARA COLETA DE DADOS DA INSTITUIÇÃO	117
APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE CADASTRO DE VIATURAS.....	118
APÊNDICE C - CADASTRO DE VISTORIANTES E TEMPO ESTIMADO PARA VISTORIA DE CADA UM DOS ITENS DE SEGURANÇA	119
APÊNDICE D – COMUNICAÇÃO À DIRETORIA DE APOIO LOGÍSTICO DO CBMMS, VERSANDO SOBRE VALORES DE COMBUSTÍVEIS.....	128
APÊNDICE E – TELAS DO APLICATIVO <i>WEB</i> DE COLETA DE DADOS	129

1 INTRODUÇÃO

Conceitos econômicos têm sido utilizados na Administração Pública para aprimorar o serviço ao cidadão. Termos como eficácia, eficiência, excelência, efetividade, execução e economicidade passaram a integrar práticas de gestão no serviço público, de modo que as instituições públicas, de todos os níveis de governo, estão buscando incorporar esses termos em suas rotinas administrativas e operacionais.

Para Pereira (2010), o conceito de gestão pública leva à percepção de complexidade maior que a gestão de negócios no setor privado, considerando o foco em clientes e na concorrência. A gestão pública abrange, além da eficiência e eficácia, os conceitos de legalidade e de legitimidade (PEREIRA, 2010; KICKERT e STILLMAN, 1999). Tais autores consideram a gestão pública como uma gestão externa de um contexto sociopolítico complexo, deixando de ser apenas interna.

A Administração Pública é a estrutura do poder executivo, cuja missão é coordenar e implementar as políticas públicas (PEREIRA, 2010; WHITE, 1955).

A Administração Pública moderna visa a realizar sua função social, que deve ser realizada com a maior qualidade possível na prestação de serviços ao cidadão (e ao contribuinte), e para isso deve ser realizada de forma eficiente, eficaz e efetiva (Pereira, 2010).

De forma geral, o conceito de eficácia é confundido com a definição de eficiência. Enquanto o primeiro busca a entrega da quantidade de produtos ou serviços entregues, sem a perda de qualidade e sem mensurar os custos necessários para tal, o segundo já possui esse viés, relacionando a entrega com os insumos consumidos para tal (Brasil, 2009).

Como o leitor observará nas próximas páginas, este trabalho buscará enfatizar o conceito de eficiência na Administração Pública, o qual basicamente relaciona a melhor combinação de insumos utilizados com o que foi produzido, sejam bens ou serviços. Por exemplo, uma construção de uma casa será mais eficiente quanto menor for o custo dos materiais e da mão de obra, mantendo-se os objetivos propostos (Brasil, 2009).

Os próximos tópicos desta seção abordarão uma visão geral relacionada aos principais aspectos que caracterizam o problema de pesquisa que motivou a execução deste trabalho. Posteriormente, para justificar sua validade, serão indicados argumentos que corroboram em relação às suas contribuições, teórica e prática, no âmbito do contexto envolvendo os maiores interessados na temática “medição da eficiência na Administração Pública”, a saber, comunidade acadêmica, setor público e usuários dos serviços públicos estaduais,

especificamente, do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso do Sul (CBMMS). Serão ainda exibidos os objetivos traçados, de forma que esta seção se encerrará com as apresentações do desenvolvimento e da estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

A Assembleia Legislativa do estado de Mato Grosso do Sul promulgou, em 10 de abril de 2013, a lei nº 4.335. A referida norma determina, ao CBMMS, realizar as atividades de prevenção e combate a incêndio, pânico e outros riscos, sendo responsável pela fiscalização de edificações, instalações e ocupações temporárias e demais áreas de risco, por meio de vistorias técnicas nesses locais (Diário Oficial, 2013).

Naquela corporação, o setor responsável pela execução dessas vistorias é a Seção de Atividades Técnicas (SAT), cujos servidores são denominados vistoriantes. Cada unidade sede do CBMMS possui uma SAT. As vistorias são realizadas de modo inopinado ou a pedido; possuem duração variada, sendo que uma única vistoria pode levar mais de um dia para ser concluída, dependendo da complexidade do sistema de segurança presente na edificação (extintores, rede de hidrantes, sinalizações e iluminações de emergência, entre outros).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população sul-mato-grossense aproxima-se de três milhões de habitantes (Brasil. IBGE, 2017). Esse aumento do número de habitantes gera consequente aumento de demanda dos serviços públicos, inclusive nas atividades exercidas pelo CBMMS.

Outras consequências do incremento populacional são o aditamento do número de pagadores de impostos e, consequentemente, o aumento da arrecadação fiscal pelos governos, uma vez que recursos públicos são oriundos dos impostos dos contribuintes, sejam pessoas físicas ou jurídicas. De acordo com o site institucional da Junta Comercial do Estado de Mato Grosso do Sul (JUCEMS), nos últimos dez anos, a média anual de constituição de novas empresas no estado é de 6.965 estabelecimentos; ou 580 novos empreendimentos por mês. Somente em 2018, 3.872 novas empresas foram constituídas em Mato Grosso do Sul (JUCEMS, 2018). Teoricamente, de acordo com a lei 4.335/2013, nenhuma dessas empresas poderia entrar em funcionamento sem que houvesse autorização expressa do CBMMS.

Posto que as despesas realizadas pela União, estados ou municípios para o atendimento às demandas da sociedade são pagas pelo cidadão, é imperioso que exista responsabilidade do gestor público na execução da despesa. Ou seja, minimizar a quantidade de insumos

necessários para a produção de bens ou serviços representa o cuidado e zelo com o dinheiro público.

Nesse intuito, a Constituição Federal estabelece, no *caput* do artigo 37, os princípios basilares da Administração Pública; dentre eles está o princípio da eficiência: “A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência [...]” (Brasil, 1988).

Mas como saber o quão eficiente tem sido um determinado órgão público? O princípio constitucional da eficiência vem sendo cumprido pelas instituições públicas? O que está sendo produzido tem sido condizente com os insumos utilizados? Existe desperdício de recursos para a execução das atividades? É possível produzir o mesmo, ou até mais, com menos insumos?

Para responder a esses questionamentos relacionados à eficiência, é necessária uma metodologia adequada que permita a definição e mensuração do desempenho dos servidores públicos dessas instituições. Por exemplo, o emprego de um índice de eficiência entre as unidades de produção comparadas. Isso viria ao encontro do que se espera da Administração Pública, o uso equilibrado e responsável dos recursos públicos, com consequente adoção de melhores práticas administrativas e operacionais, tudo visando ao equilíbrio das contas públicas.

Corroborando essa prática, Dalacorte (2014) coloca que avaliar o desempenho no setor público tem o intuito de aperfeiçoar a gestão dos programas, das políticas públicas e dos serviços. Trata-se de uma ferramenta que busca conhecer e medir a performance dos servidores públicos, ao comparar o desempenho esperado e aquilo que foi apresentado por eles.

Observando tais conceitos primordiais, tendo como base uma gestão referencial e qualificadora na evolução das organizações, os gestores devem buscar qualificar os órgãos da Administração Pública com intervenções que privilegiem o público interno e externo, maximizando de alguma forma sua eficiência. Entre as mais variadas definições, Administração Pública pode ser compreendida como o conjunto de órgãos do Estado responsável por executar funções previstas na Constituição e nas leis, sempre em benefício do bem comum (PEREIRA, 2010; CENEVIVA, 2000).

Na Administração Pública os gestores são responsáveis pelos bens que pertencem à sociedade; o elevado nível de responsabilidade, compromisso, senso de justiça, transparência, e ética devem pautar a gestão (Pereira, 2010).

Nesse sentido, sobrevivem dois conceitos essenciais para o processo de evolução organizacional e para a aferição do desempenho: governança e governança para resultados. Enquanto o primeiro visa a expandir e superar o atual arquétipo de Administração Pública que, atualmente, tem papel predominante do Estado como executor direto no progresso, na administração de políticas públicas e no fornecimento de serviços, o segundo baseia-se em múltiplos padrões com o envolvimento de vários atores nesse processo (Estado, terceiro setor, mercado etc.). Nesse modelo, o Estado passa a ter o papel de instrumentador, orientador estratégico, indutor e impulsionador integralmente essencial para ativar e nortear as capacidades dos demais atores. Este padrão proporciona a admissão de esquemas de gestão pós ou neoburocráticos, como por exemplo modelos de gestão orgânicos (flexíveis, com orientação aos resultados, com foco no usufruidor), redes, mecanismos de *accountability*, controle e permeabilidade (Brasil, 2009).

A gestão para resultados é uma fixação desse novo paradigma, ou seja, o foco são as novas modalidades de geração de resultados em uma conjuntura contemporânea complexa e variada. Nesse sentido, uma gestão adequada é aquela que atinge resultados, independente de meritórios esforços e intentos. E no setor público, alcançar resultados é resolver as demandas, atender às expectativas e aos interesses dos usufruidores, sejam esses indivíduos ou organizações, produzindo valor público (Brasil, 2009).

Segundo o Ministério do Planejamento, para o alcance dos resultados, é preciso envolver a elaboração de ferramentas de monitoramento e avaliação que proporcionem aprendizado, transparência e responsabilização (Brasil, 2009).

Considerando a relevância da temática exposta, técnicas de análise de eficiência, aplicadas aos serviços públicos, podem contribuir para a realização de estudos que avaliem quantitativamente o resultado do esforço governamental para o alcance da excelência e efetividade na prestação de serviço à população.

De acordo com Almeida (2010), a Engenharia de Produção pressupõe que, para a avaliação de qualquer sistema, faz-se necessário definir os principais *inputs* e *outputs* que o compõe. Além disso, a pesquisa operacional é o princípio que abrange esse complexo ambiente, uma vez que oferece ferramentas matemáticas para o auxílio da análise de eficiência.

Nesse sentido, a metodologia de avaliação de eficiência produtiva utilizada nesta pesquisa pode ser empregada para gerar subsídios à avaliação das instituições estaduais de segurança pública, em especial o CBMMS, além de ser um mecanismo de apoio no método de

tomada de decisão para a melhoria do desempenho, cujo foco central de análise volta-se para as atividades de fiscalização da corporação.

Neste trabalho, utiliza-se o método *DEA*, um modelo de programação linear não parametrizado que mede a eficiência produtiva relativa de equipes ditas homogêneas e que permite fornecer aos seus dirigentes subsídios para as tomadas de decisões voltadas à melhoria da gestão pública. A opção por essa abordagem deu-se pela possibilidade de serem utilizadas variáveis com diferentes unidades de medidas para apurar a eficiência produtiva de organizações que operam com múltiplos insumos e produtos em ambientes nos quais são inexistentes ou desconhecidos os preços relativos desses fatores, como é o caso de organizações de segurança pública.

Diante do cenário exposto, existe um aspecto primordial e característico, engajado a um forte apelo social, o qual acentua a importância de um controle efetivo das operações do CBMMS. Nesse sentido, deve-se salientar que se trata de uma organização cujo objetivo é não apenas salvar vidas, mas atuar na prevenção, bem como proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas e desenvolver a formação de profissionais qualificados. Assim, acentua-se a importância do uso de ferramentas que auxiliem na gestão da eficiência organizacional nos órgãos públicos. Destarte, torna-se possível formular a seguinte questão de pesquisa: **Como medir a eficiência das equipes de fiscalização do CBMMS, considerando-se suas estruturas e recursos disponíveis, de forma a contribuir com melhorias para uma prestação de serviços de excelência na área de prevenção a incêndio e pânico?**

1.2 JUSTIFICATIVA

As vistorias técnicas do CBMMS, visando à emissão dos respectivos certificados de vistoria e consequentes autorizações de funcionamento, por parte daquela instituição, representam uma importante ação governamental para o crescimento da economia sul-matogrossense. A investigação sobre a eficiência técnica e de escala das equipes de fiscalização, torna-se importante no sentido de contribuir com a medição do desempenho desses servidores e, consequentemente, aprimorar os serviços públicos à população. Além disso, o processo de gerenciamento e alocação de recursos escassos devem estar atrelados às melhores práticas da Administração Pública, aliando novas tecnologias com o aprimoramento dos recursos humanos. Com isso, o Estado tenciona um maior nível de eficiência e produtividade no que concerne à execução dos serviços públicos.

O processo de medição da eficiência nos órgãos da Administração Pública possibilita o melhor entendimento acerca da eficácia de suas práticas de gestão, além do que representa um foco de análise de interesse para o setor de segurança pública. Para otimizar a alocação de recursos públicos, a Administração Pública deve contar com o apoio da gestão de desempenho e da análise da eficiência organizacional, como bases fundamentais de assistência aos processos de tomada de decisão.

Outro forte apelo que reforça o quão importante é a avaliação do desempenho em organizações da área de segurança pública, por todo o país, volta-se ao constante aumento dos custos incorridos por essas instituições.

Existe uma eminente inclinação ao crescimento e fortalecimento do vasto campo de atuação abrangendo a medição de desempenho ou eficiência de organizações públicas. Nesse sentido, deseja-se que este trabalho sirva de motivação para que novas pesquisas na área venham a ser desenvolvidas, de modo a favorecer o continuado aperfeiçoamento de técnicas de tomada de decisão e práticas de gestão.

No âmbito acadêmico, este trabalho enquadra-se junto às pesquisas desenvolvidas, e em estágio de desenvolvimento, na linha de pesquisa intitulada “Gestão de Desempenho”, haja vista que os resultados obtidos se caracterizam enquanto contribuição, não somente para as disciplinas e linhas de pesquisa do programa de pós-graduação, como também em relação à disseminação, aplicação e uso da metodologia *DEA*.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho se propõe a criar uma proposta de um índice de medida da eficiência das equipes de fiscalização do CBMMS, em consonância com as melhores práticas administrativas. A partir dessa medida, será possível estabelecer o índice de ineficiência dessas equipes, bem como as metas a serem atingidas pelas unidades ditas ineficientes.

Para a consecução desses objetivos, devem ser afigurados os insumos e produtos/serviços, serem coletados os dados necessários para se chegar ao índice de eficiência, validar esses dados e, utilizando a metodologia *DEA*, analisar o desempenho relativo das unidades que empregam os mesmos tipos de insumos ao produzir os mesmos serviços, bem como traçar a chamada fronteira eficiente dessas unidades de produção. A eficiência das unidades a serem analisadas será aferida tomando-se por base as posições relativas ocupadas por elas, relativamente à fronteira.

1.3.1 Objetivo geral

Apresentar uma proposta de um índice de medida da eficiência das equipes de fiscalização do CBMMS, utilizando a metodologia *DEA*, abrangendo contribuições teóricas e práticas para a academia e para a corporação.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos, decorrentes do objetivo principal, são:

Conceber um aplicativo *web* para ser utilizado pelos vistoriantes após cada vistoria, por meio do qual será produzida uma base de dados representativa das atividades produtivas, para que se possa avaliar o desempenho e a eficiência dessas equipes. A partir dessa base de dados, definir as variáveis (*inputs* e *outputs*) e gerar indicadores de desempenho globais.

Por meio da metodologia *DEA*, mensurar a eficiência de cada uma das equipes de fiscalização do CBMMS, bem como traçar a fronteira de eficiência de todas essas equipes.

Avaliar o perfil das equipes de fiscalização e identificar aquelas que podem ser utilizadas como *benchmarking* para as demais, conseqüentemente, serão determinadas metas que eliminem ou ao menos mitiguem os focos de ineficiência e aumentem a produtividade dessas equipes.

1.4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A produção deste trabalho obedeceu a uma sucessão de quatro fases, conforme descritas em mais detalhes no terceiro capítulo. Com isso, o objetivo foi assegurar que o planejamento concebido, principalmente a partir dos objetivos definidos, pudesse ser interpretado na forma do alcance aprimorado dos resultados. Trata-se de uma soma de etapas de peculiaridades complementares e correlativas que, conquanto tenha seguido uma ordenação de desenvolvimento de maneira que cada uma delas pudesse ser executada com sucesso, possibilitou que as fases pudessem ser retomadas, sempre que necessário.

A primeira fase está relacionada à realização das pesquisas bibliográficas, as quais colaboraram também para identificar lacunas no âmbito do tema “desempenho no Corpo de Bombeiros Militar” e, por conseguinte, elaborar os objetivos para guiar a busca por respostas e alternativas de aperfeiçoamento diante do problema de pesquisa identificado.

Já na segunda fase foram contemplados, basicamente, dois elementos fundamentais: a aplicação das técnicas de coleta de dados e a preparação, organização e validação da base de

dados. Tais procedimentos contribuíram fundamentalmente para o aperfeiçoamento do problema de pesquisa, bem como os objetivos traçados foram refinados por tais procedimentos, tendo em vista as limitações enfrentadas. Ainda nessa fase, esse processo fez-se importante, uma vez que a adequada organização dos dados influenciou também no sucesso da aplicação das técnicas de tomada de decisão, as quais serviram de apoio ao alcance dos resultados finais, conforme estruturado.

Já a fase 3 tornou-se um grande desafio, pois a partir do levantamento do tempo médio de vistoria de cada item de segurança, obtido na fase 2, foi possível a definição do índice de complexidade de vistoria, o qual foi de fundamental importância para a definição do índice de eficiência das equipes de fiscalização. Nesta fase foram ainda selecionados e classificados os *inputs* e *outputs*, variáveis utilizadas pela Metodologia *DEA*. Por fim, o desenvolvimento do mapeamento e implementação de um banco de dados relacional, além da concepção de uma aplicação *web* propiciou obter as informações necessárias para o alcance dos objetivos propostos. Findado o período de coleta de dados, esses foram validados e identificados possíveis *outliers*, os quais foram cuidadosamente excluídos da análise.

Finalmente, na última fase aplicou-se a Metodologia *DEA*, chegando-se ao índice de desempenho global das equipes de fiscalização do CBMMS. Essa fase fez-se dependente, diretamente, de todas as fases anteriores, tendo sido fundamental também em relação à análise dos resultados, considerações e proposições finais no âmbito da realização da pesquisa. Novamente, da fase 3 para a fase 4 buscou-se destacar a importante relação entre a aplicação das técnicas de análise de dados e a elaboração de índices de desempenho global. Além disso, percebeu-se que as setas intermediárias que atravessam as fases chamam a atenção para o caráter dinâmico da pesquisa, o qual permitiu inclusive que houvesse uma conexão direta entre as fases 2 e 4, onde ficou evidenciado que a dependência entre as etapas das fases foi além da sequência estabelecida.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A organização deste trabalho consiste em cinco capítulos, conforme detalha-se a seguir:

Neste primeiro capítulo está sendo realizada a introdução ao tema, com a contextualização do problema de pesquisa, a partir do qual foi traçado o objetivo geral. Foram apresentadas as justificativas, como forma de evidenciar a importância da temática da pesquisa para os contextos acadêmico e institucional. Este capítulo encerra-se com a delimitação geral acerca do desenvolvimento e da estrutura adotada para a realização deste trabalho.

No capítulo seguinte será tratada a revisão da literatura. Como forma de contextualizar o cenário pesquisado, serão abordadas as principais fundamentações teóricas que integram este trabalho, a saber: o ambiente em que foi efetuada a presente pesquisa, com as respectivas questões legais e operacionais, a avaliação de desempenho nas organizações e os conceitos essenciais acerca de *outliers* e dos modelos matemáticos empregados para avaliar a eficiência, sobretudo a o modelo *DEA*.

Já o capítulo 3 trará a metodologia utilizada para o desenvolvimento da investigação. Buscar-se-á caracterizar o tipo de pesquisa adotado, bem como serão detalhadas cada uma das quatro fases desenvolvidas, por meio de particularidades como fundamentação teórica, objeto de estudo, coleta de dados, definição dos indicadores a serem utilizados na mensuração da eficiência e apresentação dos modelos estatístico e matemático, como técnicas de apoio ao processo de análise dos dados.

No quarto capítulo serão apresentados os resultados obtidos por intermédio da aplicação das técnicas quantitativas de tomada de decisão, assim como as discussões provocadas ao serem confrontados com a realidade do cenário estudado. Neste capítulo será apresentada uma proposição de um comparativo entre os resultados gerados a partir da metodologia *DEA*, na condição de proposta final deste trabalho.

O quinto e último capítulo trará as considerações finais, ou seja, as principais observações conclusões obtidas ao longo de cada uma das fases definidas para o desenvolvimento do trabalho. Nesse sentido, serão apresentados também até que ponto os objetivos traçados puderam ser alcançados, as limitações e dificuldades enfrentadas ao longo da pesquisa, além de possíveis propostas para pesquisas futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Esta seção contextualizará o ambiente no qual a presente pesquisa foi executada, bem como discorrerá sobre os dispositivos legais que determinam ao CBMMS a realização de vistorias em edificações e áreas de risco.

Inicialmente, a Constituição Estadual do Mato Grosso do Sul estabelece em seu artigo 40, as competências do CBMMS:

Art. 40. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública, das prerrogativas da cidadania, da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos, subordinados administrativa e operacionalmente ao Secretário de Estado de Segurança Pública: [...] III – Corpo de Bombeiros Militar (Mato Grosso do Sul (Estado), 1989, p. 20).

O artigo 41 aborda a questão da eficiência das atividades daquela corporação:

Art. 41. As Polícias Civil e Militar e o Corpo de Bombeiros Militar subordinam-se à legislação especial, que definirá sua estrutura, competências, direitos, garantias, deveres, prerrogativas de seus integrantes, de maneira a **assegurar a eficiência de suas atividades**, baseando-se nos princípios da hierarquia e da disciplina (grifo meu) (Mato Grosso do Sul (Estado), 1989, p. 20).

Já o artigo 50 traz a questão da responsabilidade pela prevenção:

Art. 50. Ao Corpo de Bombeiros Militar, instituição permanente, regular e autônoma, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil, de prevenção e de combate a incêndios, de busca, de salvamento e de socorro público (Mato Grosso do Sul (Estado), 1989, p. 21).

Dentro dessa perspectiva, leis estaduais foram promulgadas de modo a regulamentar as atividades da corporação, incluindo-se as atividades de prevenção e fiscalização de edificações.

Uma delas e que possui intensa relação com o tema deste trabalho é a lei 4.335, de 10 de abril de 2013, a qual institui o Código de Segurança Contra Incêndio, Pânico e Outros Riscos (CSCIPOR), no âmbito do estado de Mato Grosso do Sul. Dentro dos princípios gerais do código de segurança, e que são importantes apontar neste trabalho, tem-se:

Art. 2º O Código de Segurança contra Incêndio, Pânico e outros Riscos fundamenta-se nos seguintes princípios gerais: [...] II - prevenção, que determina sejam adotadas de forma antecipada as medidas que permitam eliminar os riscos ou minimizar suas consequências; [...] V - eficiência, visando à racionalidade no planejamento e à otimização do uso dos recursos financeiros, tecnológicos, materiais e humanos

disponíveis; [...] XI - informação, que assegura a divulgação das informações relevantes em matéria de segurança e proteção contra incêndio, pânico e outros riscos (Diário Oficial, 2013, p. 1).

Os artigos 4º e 5º definem a competência do CBMMS para a realização de vistorias em edificações:

Art. 4º Ao CBMMS compete: I – realizar as atividades de prevenção e combate a incêndio, a pânico e a outros riscos, bem como o controle de edificações, ocupações temporárias, instalações, de áreas de risco, e seus projetos. [...] Art. 5º Compete ao CBMMS proceder a implementação e a execução do disposto neste Código e na legislação complementar, devendo: II – fiscalizar por meio de vistoria as referidas medidas nas edificações, nas instalações, ocupações temporárias e nas áreas de risco; (Diário Oficial, 2013, p. 2).

Essa competência também está contemplada na Lei Complementar nº 188, de 03 de abril de 2014, a qual dispõe sobre a Organização Básica do CBMMS:

Art. 2º Ao CBMMS compete as seguintes atribuições: I – atuar privativamente na prevenção contra incêndio e pânico, bem como, no controle de riscos em edificações, ocupações temporárias, instalações, áreas de risco, loteamentos urbanos e seus projetos; [...] VI – atuar na fiscalização do armazenamento, estocagem, transporte e no atendimento às emergências com produtos perigosos; [...] XII – normatizar, controlar e fiscalizar as brigadas de incêndio, os bombeiros civis, os bombeiros voluntários e congêneres; [...] Art. 3º O CBMMS exercerá nas áreas de sua competência, o poder de polícia administrativa para fiscalizar, notificar, multar, isolar, apreender, interditar, embargar, remover e cassar, visando à observância ao Código de Prevenção contra incêndio, pânico e outros riscos e de Normas Técnicas a serem baixadas pelo Comandante Geral da Corporação (Diário Oficial, 2014, pp. 3-4).

Como será visto no próximo capítulo, o índice de eficiência será composto por variáveis de entrada e saída de dados. Uma dessas variáveis será definida por um índice de complexidade, que estará relacionado com as medidas de segurança contra incêndio e pânico das edificações, descritas pelo artigo 15 da lei 4.335/2013, a saber:

Art. 15. Constituem medidas de segurança contra incêndio e pânico das edificações, das instalações, das ocupações temporárias e das áreas de risco: I – acesso de viatura na edificação [...]; II – separação entre edificações; III – resistência ao fogo dos elementos de construção; IV – compartimentação; V – controle de materiais de acabamento; VI – saídas de emergência; VII – elevador de emergência; VIII – controle de fumaça; IX – gerenciamento de risco de incêndio; X – brigada de incêndio; XI – brigada profissional; XII – iluminação de emergência; XIII – detecção automática de incêndio; XIV – alarme de incêndio; XV – sinalização de emergência; XVI – extintores; XVII – hidrante e mangotinhos; XVIII – chuveiros automáticos; XIX – resfriamento; XX – espuma; XXI – sistema fixo de gases limpos e dióxido de carbono (CO₂); XXII – sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA); XXIII – controle de fontes de ignição (sistema elétrico, soldas, chamas, aquecedores etc.) (Diário Oficial, 2013, p. 3).

Outro fator que será de vital importância para o alcance do objetivo principal deste trabalho e que também é descrito pela lei 4.335/2013 é a aplicação de penalidades pelos fiscais do CBMMS:

Art. 34. O CBMMS, no exercício da fiscalização que lhe compete, poderá aplicar as seguintes penalidades, de forma cumulativa ou não: I – multa; II – apreensão de produtos, materiais e equipamentos; III – embargo; IV – interdição total ou parcial do estabelecimento, da atividade ou do empreendimento; V – cassação do CVCBM; VI – suspensão ou cancelamento de cadastro. (Diário Oficial, 2013, p. 4)

O próximo capítulo detalhará como esse índice foi definido, de acordo com a complexidade e o tempo necessário para se vistoriar cada uma dessas medidas ou aplicar cada uma das penalidades acima descritas.

Como visto, compete ao CBMMS o exercício da fiscalização em edificações. De acordo com a Lei Complementar nº 188, de 3 de abril de 2014, cabem às SATs a execução das fiscalizações atribuídas ao CBMMS. A SAT é o setor que comporta os militares denominados vistoriantes, militares que realizam as vistorias e que tiveram suas eficiências medidas neste trabalho.

Art. 49 [...] § 1º Os Grupamentos de Bombeiros Militar (GBM) e os Subgrupamentos de Bombeiros Militar Independentes (SGBM/Ind) disporão de uma Seção de Atividades Técnicas para a execução dos trabalhos de análise de projetos, fiscalização, vistorias e pareceres técnicos em edificações, locais de risco e nas demais áreas de competência do CBMMS, no âmbito de suas respectivas áreas de atuação operacional, com poderes para notificar, multar, apreender, interditar, embargar remover e cassar, na forma da lei (Diário Oficial, 2014, p. 7).

Já a fiscalização da aplicação das normas de segurança previstas no CSCIPOR, ou seja, das atividades desenvolvidas pelas SATs, compete à Diretoria de Atividades Técnicas (DAT), consoante o estabelecido na Lei Complementar nº 188:

Art. 20. A Diretoria de Atividades Técnicas é órgão de Direção Setorial do sistema de prevenção do CBMMS, competindo-lhe a normatização, o estudo, a análise, o planejamento das atividades preventivas, a orientação técnica, o controle e a fiscalização dos órgãos de execução da Corporação empenhados nas atividades relativas à aplicação das normas de segurança contra incêndio, pânico e outros riscos, e ao cumprimento das disposições legais sobre o assunto no âmbito do Estado de Mato Grosso do Sul (Diário Oficial, 2014, p. 5).

2.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NAS ORGANIZAÇÕES

Em 2009, a Secretaria de Gestão do Ministério do Planejamento lançou o Guia Referencial para Medição de Desempenho e Manual para Construção de Indicadores. O objetivo do guia “é permitir a governos (federal, estaduais e municipais), áreas ou domínios de políticas públicas, conjuntos de organizações, organizações públicas e suas unidades definirem e mensurarem seu desempenho – assumindo-se que este é um primeiro e decisivo passo para a gestão do desempenho” (Brasil, 2009, p. 3).

A obra é um referencial metodológico desenvolvido com o fito de contribuir para a concepção de um acordo relativo ao conceito de avaliação de desempenho no setor público. De acordo com o Guia, existe certa complexidade na definição do tema, uma vez que há controvérsias atinentes ao conceito de desempenho e sua medição. Essas questões apresentam, na literatura técnica, além de tratamento variado, razoável confusão semântica e conceitual (Brasil, 2009).

Dalacorte (2014, p. 7) conceitua avaliação de desempenho como “a apreciação do desempenho de cada pessoa em função das atividades que realiza, das metas e resultados a serem alcançados e do seu potencial de desenvolvimento”. Segundo o autor, avaliar o desempenho do funcionário público permite à população questionar a qualidade dos serviços públicos prestados pelo Estado.

O Guia Referencial para Medição de Desempenho aponta que o termo “desempenho” está exposto a numerosas variações semânticas e conceituais, conquanto existam alguns consensos dominantes à volta de uma definição. Consoante um tratamento irrestrito, o desempenho pode ser entendido como “esforços empreendidos na direção de resultados a serem alcançados” (Brasil, 2009, p. 9).

No que tange à importância da avaliação de desempenho nas organizações, Dalmau e Benetti (2009) asseguram que a avaliação do desempenho humano é essencial, pois é uma ação que permite aos administradores verificarem se o resultado do trabalho executado está em sintonia com o que foi planejado e se estão coerentes com as metas estipuladas pela organização. Ademais, a avaliação de desempenho é uma importante ferramenta de *feedback* para o funcionário, de modo que ele tenha conhecimento sobre a sua atuação na organização.

Conforme explicado acima, há vários motivos para se avaliar o desempenho dos funcionários. Pode-se citar, por exemplo: a melhoria contínua do desempenho da equipe, o desenvolvimento de competências alinhadas à estratégia e objetivos da organização, alinhar o desempenho individual às metas de resultados da corporação, além de subsidiar decisões sobre recompensas, sucessões, promoções, dentre outras.

De acordo com o Guia Referencial para Medição de Desempenho, é imperioso que a elaboração de modelos de mensuração do desempenho respeite algumas regras e ponderações metodológicas, tais como: evitar definições reducionistas e unidimensionais, incluir os aspectos e dimensões significativos no modelo, descartando os aspectos e dimensões pouco significativos (Brasil, 2009).

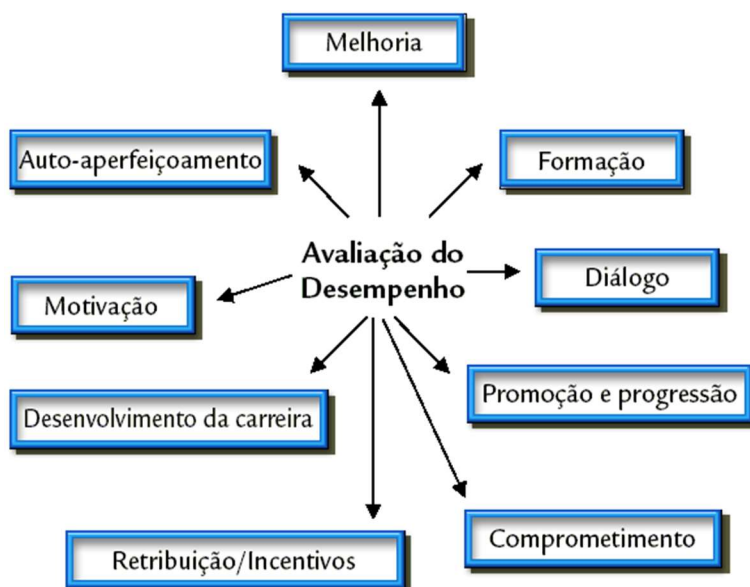
Conforme Dalacorte (2014, p. 5), fica claro que as instituições públicas necessitam de um sistema de avaliação efetivo para que assim seja possível o aumento do desempenho, da motivação e da valorização profissional do servidor público. O autor deixa claro que a avaliação do desempenho, especialmente no setor público, tem como principal função a melhoria dos serviços e políticas públicas.

A imagem do funcionalismo público também possui relação com a avaliação de desempenho. Dalacorte (2014, p. 10) coloca: “A instituição da avaliação de desempenho no serviço público tem outro aspecto importante que é o de mostrar à sociedade os investimentos na melhoria da prestação de serviços públicos, contribuindo para a melhoria da imagem do funcionalismo perante os cidadãos”.

Conforme mencionado pelo autor, os ganhos advindos com um método de avaliação de desempenho são fatores preponderantes para maximizar a melhoria contínua do serviço público.

Ainda segundo Dalacorte (2014), a avaliação de desempenho contribui para a implementação de um novo método de gestão pública. Para se alcançar uma determinada meta, por exemplo, há necessidade de comprometimento do servidor, o qual estará motivado em alcançar o êxito, que poderá propiciar alguma retribuição ou incentivo. Consequentemente, isso contribui para o autoaperfeiçoamento e progressão individual. Além disso, a avaliação de desempenho contribui para o processo de formação e o diálogo organizacional. Como pode ser observado na Figura 1, todos esses fatores estão relacionados a um sistema de avaliação de desempenho.

Figura 1 – Fatores relacionados à avaliação de desempenho.



O comportamento do servidor possui estreita relação com a avaliação de desempenho. Segundo Dalmau e Benetti (2009):

[...] A rigor, a maioria das pessoas gostam de saber como vão indo, pois com isso o trabalhador tem condições de saber onde pode melhorar, assim como acaba tendo uma segurança a mais sobre o seu trabalho na empresa. Isso faz com que se ressalte uma coisa muito importante, os sistemas de avaliação têm a capacidade de influenciar o comportamento do funcionário, direcionando seus esforços para aumentar o desempenho organizacional (Dalmau & Benetti, 2009, p. 18).

Ou seja, o autor deixa claro que o desempenho organizacional está essencialmente relacionado ao comportamento do funcionário. É evidente que, se um servidor está motivado a cumprir uma meta, a instituição será beneficiada com o esforço decorrente da motivação. Além disso, o esforço dispendido pelo funcionário no processo de autoaperfeiçoamento garantirá uma melhoria no quadro de servidores da organização.

De acordo com Dalacorte (2014), há evidências que a avaliação de desempenho mantém profunda relação com a melhoria contínua do servidor:

A implementação de um método de avaliação de desempenho ganha grande importância pois é uma ferramenta capaz de promover o desenvolvimento da organização, o desenvolvimento pessoal e profissional dos servidores, identificando as necessidades de capacitação e treinamentos, das condições de trabalho oferecidas, das potencialidades e deficiências dos colaboradores, enfim, elementos que permitem o alcance de uma melhoria contínua do desempenho do servidor, visando sempre melhorar a eficiência da gestão pública (Dalacorte, 2014, p. 9).

Nesse sentido, pode-se concluir que a avaliação do desempenho do serviço público desempenha um papel significativo no sistema de gerenciamento de desempenho do governo. É o mecanismo de satisfazer as demandas públicas e construir a sociedade orientada para o serviço.

De acordo com o Guia Referencial para Medição de Desempenho e Manual para Construção de Indicadores, “o termo Administração Pública está associado a um papel preponderante do Estado como executor direto no desenvolvimento, na gestão de políticas públicas e no provimento de serviços” (Brasil, 2009, p. 5). Nesse sentido, a orientação para resultados é um aprazamento desse papel, ou seja, o foco atual são os novos mecanismos de geração de resultados em uma conjuntura contemporânea complexa e diversificada.

Nesse contexto, uma gestão satisfatória é aquela que alcança resultados, independente de esforços e intenções meritórias. Isso significa que atingir resultados, no setor público, é satisfazer as demandas, os interesses e as expectativas dos beneficiários, sejam organizações ou cidadãos, criando valor público (Brasil, 2009).

Como o presente trabalho possui a intenção de apresentar um método de mensuração do desempenho, é interessante apresentar os principais mitos, posturas e imposturas da mensuração do desempenho, de acordo com o Guia Referencial para Medição de Desempenho e Manual para Construção de Indicadores do Ministério do Planejamento (Brasil, 2009):

- a) o mito da medição absoluta: quem intenciona medir tudo acaba não medindo nada. De acordo com o Guia, o desempenho é um mecanismo de controle, porém, deve ser extremamente seletivo, medindo apenas o que é importante, significativo, aquilo que vale a pena. Certas medidas são efêmeras, só possuem um propósito se puderem gerar decisões tempestivas;
- b) para se medir o que é importante, é necessário que todas as informações sejam geradas e que os dados sejam coletados de modo exaustivo e preciso. “Quem se preocupa em gerar todas as informações provavelmente morrerá afogado num mar de informações, cheio de informações inviáveis e inúteis” (Brasil, 2009, p. 11). A postura correta é agir com aproximações, constituir indicadores a partir de dados existentes e argumentados dentro de padrões aceitáveis de qualidade – apostando-se que, majoritariamente, a disponibilidade de dados e informações não é a questão fundamental;
- c) primeiro mede-se, depois verifica-se o que será efetuado com as medidas. A orientação do Guia é que, inicialmente, medidas não podem ser consideradas modismos ou obrigação. Mede-se para controlar ou aperfeiçoar o desempenho. Medidas devem ser úteis, fazer sentido com a finalidade de orientar a gestão no dia a dia. A mensuração deve ser conduzida para a melhoria do desempenho e a melhoria do desempenho precisa ser conduzida pela mensuração.

Tais observações foram essencialmente consideradas na definição do índice de eficiência das equipes de fiscalização do CBMMS.

Dalacorte (2014) aborda os aspectos inerentes ao comprometimento dos colaboradores, ao afirmar que o alcance dos objetivos da organização está diretamente relacionado com o acompanhamento, o desempenho e os resultados dos funcionários. O autor ainda coloca que o comprometimento assumido pelo capital humano reflete na eficiência da organização.

No que tange à relevância da avaliação de desempenho, Dalacorte (2014) afirma:

Destaca-se a importância da avaliação de desempenho que gera vários benefícios para a administração pública gerencial que, preocupada com resultados efetivos e no investimento dos seus servidores, terá melhores condições de atingir as finalidades e os objetivos por ela idealizados (Dalacorte, 2014, p. 10)

Ainda segundo o autor, a sociedade será beneficiada com a avaliação de desempenho, “pois uma organização que possui servidores com desempenho eficiente, demonstra o interesse em melhorar a qualidade da prestação de serviços públicos para a sociedade, cada vez mais demandante e exigente” (Dalacorte, 2014, p. 10).

O Guia Referencial para Medição de Desempenho enfatiza que os indicadores de desempenho são utilizados como instrumentos essenciais para o monitoramento e avaliação das organizações, do mesmo modo que seus projetos, políticas e programas, pois assim é possível acompanhar o alcance das metas, apontar avanços, melhorias na qualidade, reparo de problemas, necessidades de mudança e outras boas práticas de gestão (Brasil, 2009).

Para o Guia, os indicadores são muito mais do que números, “são atribuições de valor a objetivos, acontecimentos ou situações, de acordo com regras, que possam ser aplicados critérios de avaliação, como, por exemplo, eficácia, efetividade e eficiência” (Brasil, 2009, p. 13). Assim, o Guia aponta as principais funções dos indicadores de desempenho:

Mensurar os resultados e gerir o desempenho; embasar a análise crítica dos resultados obtidos e do processo de tomada decisão; contribuir para a melhoria contínua dos processos organizacionais; facilitar o planejamento e o controle do desempenho; e viabilizar a análise comparativa do desempenho da organização e do desempenho de diversas organizações atuantes em áreas ou ambientes semelhantes (Brasil, 2009, p. 13).

Por fim, o Guia ressalta que o conceito de desempenho deve ser característico para cada organização, e que essa peculiaridade exige das organizações o emprego de um metamodelo dinâmico, holístico e multidimensional que possibilite a construção caso a caso de sua própria abstração de desempenho (Brasil, 2009).

2.2.1 A cadeia de valor e as dimensões do desempenho

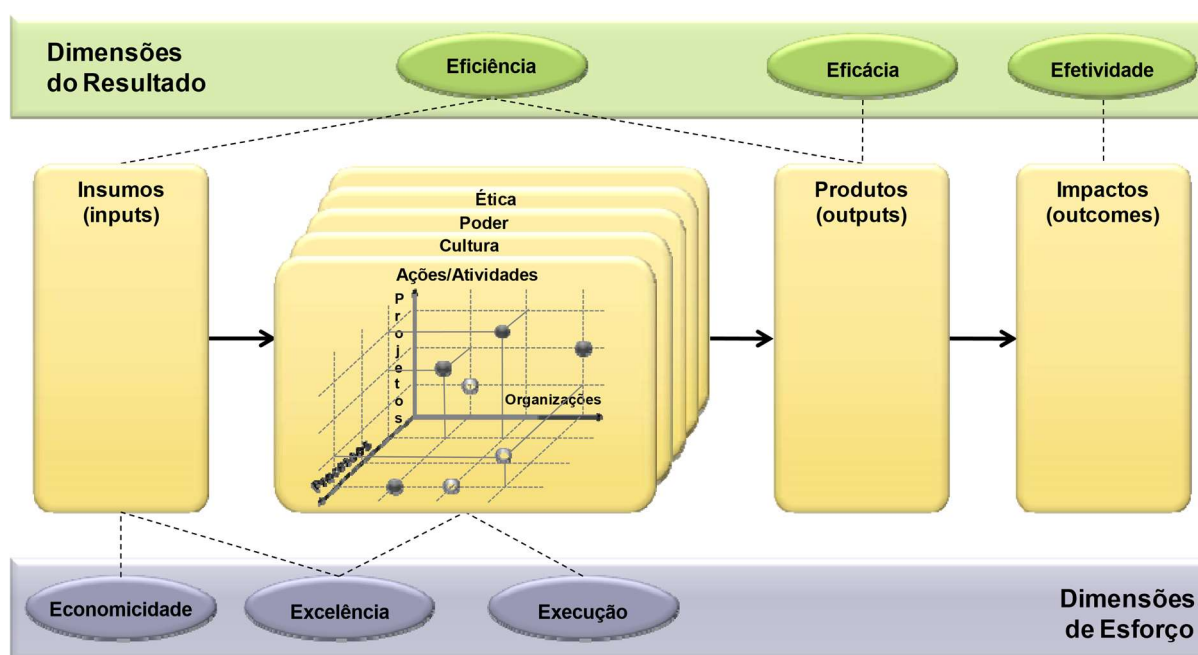
De acordo com Cavalcanti (2017, p. 32), “a cadeia de valor é definida como o levantamento de toda a ação ou processo necessário para gerar ou entregar produtos ou serviços a um beneficiário”. Segundo o Guia Referencial para Medição de Desempenho, a cadeia de valor representa as atividades de uma organização, além de permitir visualizar o valor ou benefício associado ao processo, sendo utilizada fortemente no estabelecimento dos resultados e impactos de organizações (Brasil, 2009).

Para o Ministério do Planejamento, na cadeia de valor identificam-se duas dimensões do desempenho e seis categorias de indicadores, chamadas no Guia Referencial de “6Es do

Desempenho”, assim, permite-se que em cada uma das dimensões existam distintos objetos de mensuração.

Com o modelo da cadeia de valor e os 6Es do desempenho, é possível, segundo o Guia, que se construam definições específicas de desempenho para cada organização, explicitando-se as dimensões dos resultados e dos esforços, além de sugerir o alinhamento necessário entre ambas perspectivas. Nesse modelo, as categorias pertencentes às dimensões de esforço são: economicidade, execução e excelência. Já as categorias agrupadas nas dimensões de resultado são: eficiência, eficácia e efetividade (Brasil, 2009).

Figura 2 – Cadeia de valor e os 6Es do desempenho.



Fonte: (Martins & Marini, 2010, p. 80).

Conforme ilustrado pela Figura 2, os seis grupos de indicadores relacionam-se a algum dos elementos da cadeia de valor, representando o comportamento da ação pública desde a aquisição dos recursos até a geração dos impactos procedentes dos produtos ou serviços. Esses elementos são: insumos (*inputs*), processos/projetos (ações), produtos/serviços (*outputs*) e impactos (*outcomes*) (Brasil, 2009).

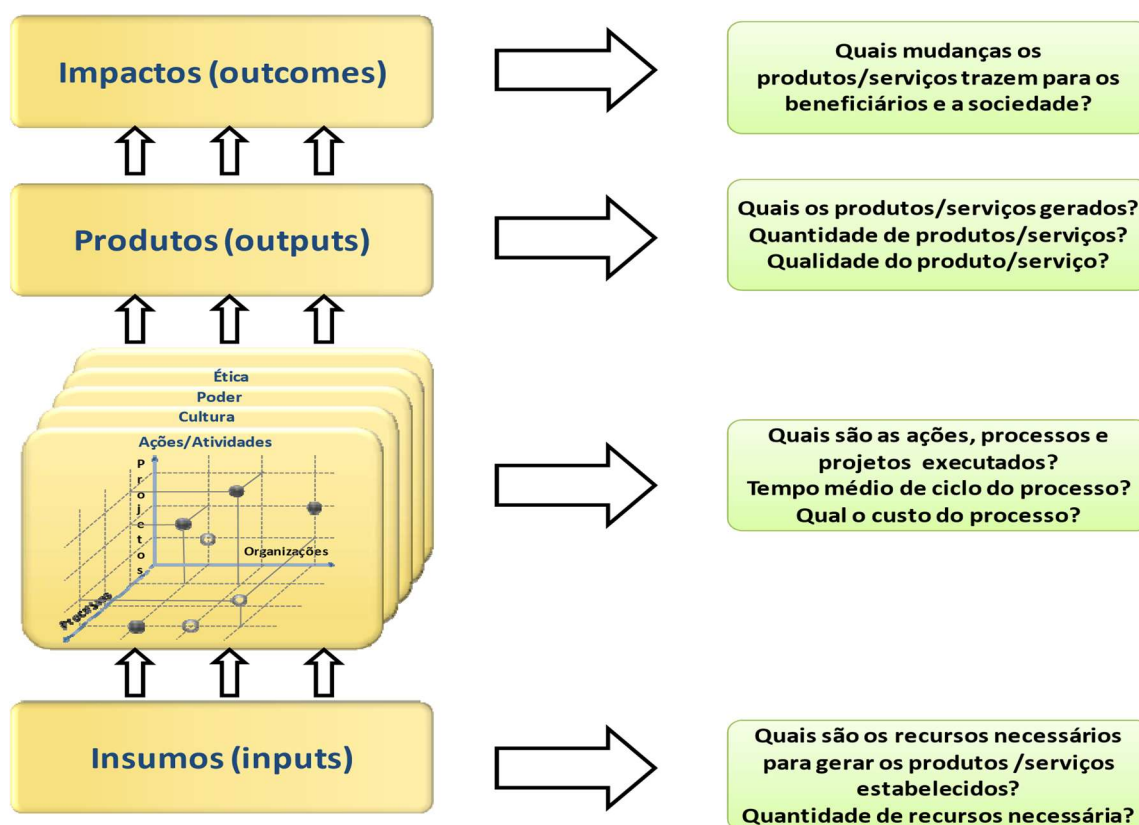
De acordo com Rodrigues (2010), em uma empresa os fatores de produção representam os insumos ou *inputs*. A tecnologia empregada é responsável pelo processamento e os bens e serviços provenientes do esforço produtivo são representados pelos *outputs*. Assim, a eficiência relaciona-se com as condições de operacionalização do sistema, isto é, em “utilizar-se melhor das entradas para elevar ao máximo as saídas, considerando a tecnologia disponível.

Nesse contexto, eficiência é a otimização dos recursos empregados para alcance de resultados planejados” (Rodrigues, 2010, p. 29).

Medir o desempenho da organização tendo como base os elementos da cadeia de valor propicia às organizações analisarem suas variáveis fundamentais atinentes ao cumprimento de seus objetivos: quantos e quais insumos são requisitados, quais ações (projetos, processos etc.) são executadas, quantos e quais produtos/serviços são apresentados e quais são os impactos finais conquistados (Brasil, 2009).

A Figura 3 ilustra a ligação entre os elementos que constituem a cadeia de valor e sua colaboração para os resultados finais, bem como relaciona a pergunta que os indicadores alusivos procuram responder.

Figura 3 – Elementos da Cadeia de valor e suas contribuições.



Fonte: (Brasil, 2009, p. 18).

Destarte, o Guia Referencial para Medição do Desempenho identifica seis categorias básicas de indicadores de desempenho (Brasil, 2009):

- efetividade:** trata-se das consequências geradas pelos produtos/serviços, processos ou projetos. Está relacionada ao nível de satisfação ou ao valor associado, a modificação gerada no contexto em geral. Considera-se de difícil mensuração

(considerando-se a natureza dos dados e o caráter temporal). Correlaciona-se à missão institucional;

- b) **eficácia:** é a qualidade e quantidade de serviços e produtos disponibilizados ao usuário, aquele que se beneficia diretamente dos produtos e serviços da organização;
- c) **eficiência:** é a ligação entre os produtos/serviços concebidos (*outputs*) com os insumos empregados, correlacionando aquilo que foi entregue com o que foi absorvido de recursos, normalmente sob a forma de custos ou produtividade;
- d) **execução:** trata-se da realização dos projetos, processos e planos de ação, segundo estabelecidos;
- e) **excelência:** é a obediência a padrões e critérios de qualidade/excelência para a produção dos processos, atividades e projetos, visando a uma melhor execução e economicidade;
- f) **economicidade:** relaciona-se à ideia de obtenção e utilização de recursos com o mais baixo ônus possível, dentro da quantidade e dos requisitos exigidos pelo *input*, gerindo satisfatoriamente os recursos financeiros e físicos.

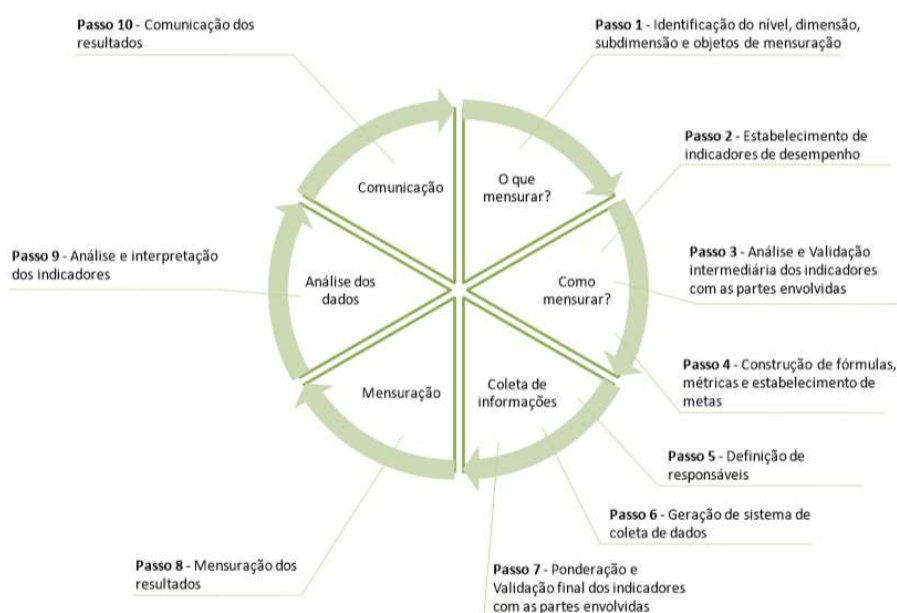
É possível fragmentar os 6Es do desempenho em subdimensões que qualificam e contribuem com a caracterização de tipologias de indicadores que serão utilizados. Como o presente trabalho possui foco na categoria **eficiência**, serão apresentadas as principais subdimensões identificadas e relacionadas a essa categoria (Brasil, 2009):

- a) **custo-efetividade:** relação entre os insumos utilizados para a prestação de um dado serviço ou construção de um produto e a efetividade, ou seja, compreende-se pelo grau de contribuição de uma ação ou programa no alcance de objetivos e metas de impacto definidos para diminuir as dimensões de um problema ou melhorar uma determinada situação;
- b) **produtividade:** conexão entre o nível de produção (produtos e serviços) e os recursos empregados, podendo ser o capital humano, imobilizado, tempo e investimentos;
- c) **tempo:** período compreendido entre o início e o fim de um dado projeto, processo ou programa. Exemplos: frequência de entrega, tempo de desenvolvimento de tempo de ciclo, desperdício, novos bens e serviços, entre outros;

- d) custo unitário:** é o conjunto de custos (específicos e não específicos, fixos, variáveis, atribuídos, reais) a serem atribuídos a uma atividade por cada serviço gerado ou unidade de produto;
- e) custo-benefício:** (qualidade do gasto): refere-se à relação entre os dispêndios executados por um dado sistema e os retornos obtidos decorrentes desses dispêndios, apresenta a correlação entre os insumos e os produtos processados.

De acordo com o Guia Referencial, “o processo de construção de indicadores de desempenho não possui um procedimento único ou uma metodologia padrão” (Brasil, 2009, p. 40). O Ministério do Planejamento revisou as principais experiências de criação de indicadores para o setor público e privado e, a partir de então, passou-se a recomendar um conjunto de seis etapas (Figura 4) que garantem a coerência da formulação e implantação do conjunto de indicadores que se idealiza construir.

Figura 4 – Etapas de medição e os 10 passos para a construção de indicadores.



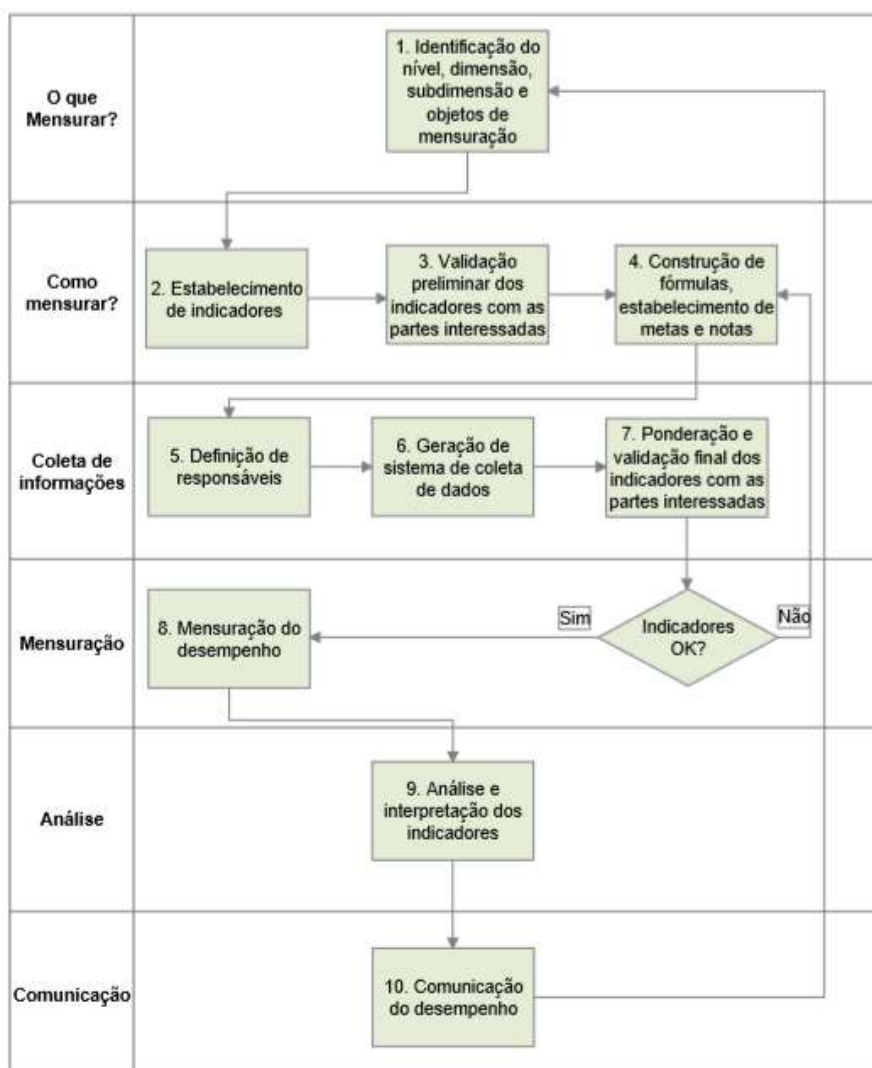
Fonte: (Brasil, 2009, p. 41).

2.2.2 Passos para a construção de indicadores de desempenho

A seguir é apresentada uma descrição resumida dos dez passos para a construção de indicadores, de acordo com o Guia Referencial de Medição do Desempenho (Brasil, 2009). A Figura 5 ilustra o desdobramento das etapas nos dez passos correspondentes.

1º Passo: identificar o nível, dimensão, subdimensão e objetos de mensuração. De acordo com o Guia, a definição do que será mensurado constitui a análise inaugural do processo de geração de indicadores de desempenho. Deve-se identificar, antes de tudo, qual é o nível da Administração Pública em que se deseja elaborar medidas. Podendo ser meramente uma unidade de uma organização, um nível de política pública ou até mesmo o Governo como um todo. Os níveis essenciais sugeridos são: macro (Governo), meso (política pública ou setor de governo), mesomicro (redes de organizações), micro (organização) e **nano (unidade de organização)**. Após a identificação do nível, deve-se definir o que será mensurado, o objeto específico de mensuração. Essa identificação se dá a partir dos elementos da cadeia de valor: as entradas (insumos), as ações transformadoras (projetos, processos etc.), as saídas (produtos/serviços) e os impactos.

Figura 5 – Os dez passos para a construção de indicadores.



Fonte: (Brasil, 2009, p. 41).

2º Passo: estabelecer os indicadores. Esses devem ser pormenorizados pelo uso de métricas estatísticas, frequentemente constituídos por número bruto, média, porcentagem, índice e proporção. Os componentes relevantes de um indicador são:

- a) medida: refere-se a uma grandeza (quantitativa ou qualitativa) que possibilita categorizar as características, as consequências e os resultados dos processos, produtos ou sistemas;
- b) fórmula: é um padrão matemático que expressa a maneira de realização do cálculo;
- c) índice (número): é o valor de um indicador em um dado momento;
- d) padrão de comparação: trata-se de um índice aceitável e arbitrário para se avaliar comparativamente um padrão de cumprimento;
- e) meta: índice (número) direcionado por um indicador relativamente a um padrão de comparação a ser atingido durante dado período.

O Guia salienta que ao identificar e selecionar um indicador, é importante observar alguns critérios básicos, fins de garantir sua futura operacionalização:

- a) seletividade ou importância: proporciona informações atinentes às variáveis estratégicas essenciais e prioridades definidas de produtos, ações ou impactos esperados;
- b) simplicidade, inteligibilidade, comunicabilidade e clareza: indicadores precisam ser simples e compreensíveis, aptos a levarem a mensagem e o significado;
- c) confiabilidade, representatividade e sensibilidade: capacidade de apresentar a mais crítica e importante fase de um projeto, processo etc. Os dados necessitam ser precisos, aptos a responderem aos objetivos e obtidos na fonte correta, além de refletirem, tempestivamente, os efeitos advindos das intervenções;
- d) investigativos: os dados precisam ser facilmente analisáveis, sejam para registro ou retenção de informações e para permitir juízos de valor;
- e) comparabilidade: os indicadores necessitam ser plenamente comparáveis com as referências externas ou internas e séries históricas de fatos;
- f) estabilidade: procedimentos gerados de modo sistemático e contínuo, sem tantas complexidades e alterações, haja vista que é pertinente manter o padrão e possibilitar a série histórica;
- g) custo-efetividade: preconcebido para ser factível e viável economicamente. Os benefícios relacionados aos custos necessitam satisfazer todos os demais níveis.

Não é preciso mensurar todas as informações, porém, é necessário avaliar os benefícios gerados em prejuízo ao ônus despendido.

Conforme o Guia, “é necessário identificar se a escolha do indicador atende às expectativas de seus públicos de interesse, como os órgãos setoriais, órgãos centrais, órgãos de controle e outros possíveis interessados, de modo a assegurar a relevância do indicador proposto” (Brasil, 2009, p. 47).

3º Passo: validar preliminarmente os indicadores com as partes interessadas. Isso possibilita uma visão abrangente da organização e representa o desempenho da mesma. Durante a validação levam-se em conta os diversos critérios observados no 2º passo. Esses critérios servirão de suporte para o propósito de excluir, modificar ou manter os indicadores propostos inicialmente.

4º Passo: construir fórmulas, estabelecer metas e notas. Uma vez definidos os indicadores e analisados sob o ponto de vista dos critérios (seletividade e viabilidade, principalmente), pode-se iniciar a construção de fórmulas e o estabelecimento de metas e notas:

- a) construção de fórmulas: a fórmula detalha como o indicador deve ser calculado, possibilitando clareza com as dimensões que serão avaliadas. Ela possibilita ao indicador ser harmonizado com o processo de coleta de dados, interpretado uniformemente, inteligível, apto a fornecer subsídios para o processo de tomada de decisão e específico quanto à interpretação dos resultados. Cada fórmula tem uma unidade de medida que concede significância ao resultado. As mais comuns são:
 - Indicadores simples: retratam um valor numérico que possa ser atribuído a uma variável. Comumente, são empregados para medir eficácia. Não expressa a ação entre duas ou mais variáveis;
 - Indicadores compostos: indicam a associação entre duas ou mais variáveis. Segundo as relações entre as variáveis que os estabelecem e a forma como são calculados, são nominados de maneiras específicas. Há quatro tipos de indicadores compostos: proporção ou coeficiente, porcentagem, razão ou índice e taxa.

A fórmula de cálculo e a unidade de medida concebem subsídios para identificar o comportamento desejado do indicador, isto é, se o indicador é maior-melhor, menor-melhor ou igual-melhor. O Guia destaca que identificar a fonte dos dados é um significativo direcionador para se definir as metas:

Concomitantemente à construção da fórmula do indicador, é necessário definir a origem de onde os dados são extraídos, ou seja, a fonte de dados, podendo ser de um setorial, organização, unidade organizacional, sistema informatizado ou outra fonte como relatórios ou pesquisas de origem externa (Brasil, 2009, p. 52).

- b) estabelecimento de metas: metas são expressões numéricas que representam o estado futuro de desempenho almejado. Seu objetivo é serem satisfatórias para garantir a implementação efetiva da estratégia da organização. Conforme o Guia, todo indicador de desempenho deve possuir metas, sendo possível ocorrer mais de uma meta por indicador. O recomendável é buscar referenciais comparativos (*benchmarks*) adequados quando ocorrerem indicadores consagrados e amplamente utilizados;
- c) definição de notas: as notas devem representar o esforço na conquista da meta acordada, por um indicador específico, o que acarretará a determinação de valores de zero a dez para cada um, de acordo com a relação entre o resultado verificado e a meta acordada. Sugere-se a utilização de uma escala padrão ou escalas específicas para cada indicador.

5º Passo: definir os responsáveis. Nesta fase, são definidos os responsáveis em apurar o indicador, isto é, quem gera e divulga os resultados obtidos de cada indicador. Indicadores sem responsáveis por coletá-los e acompanhá-los não são avaliados, o que os torna sem significado para a organização.

6º Passo: gerar o sistema de coleta de dados. A sistematização de coleta de dados define as exigências para a obtenção de informações sobre os indicadores. É uma etapa complexa, tendo em vista que existe a necessidade de se reunir dados confiáveis, acessíveis e de qualidade.

7º Passo: ponderação e validação final dos indicadores com as partes interessadas. Este passo é essencial para se obter um conjunto de indicadores legítimos e relevantes, que assegure a visão geral da organização e, desta forma, possa retratar o desempenho da mesma.

8º Passo: mensurar o desempenho. Uma vez cumpridos todos os passos elementares para a criação do indicador e sua sistemática, torna-se imprescindível medir aquilo que se deseja. Este passo inicia-se com a coleta de dados e o cálculo do indicador.

9º Passo: analisar e interpretar os indicadores. Trata-se de um aspecto fundamental para o processo decisório, pois, de outro modo, a existência de uma sistemática de monitoramento e avaliação não possibilita ganhos e benefícios para a organização, existindo apenas dispêndio de tempo e recursos.

10º Passo: comunicação do desempenho. Trata-se de um agente fundamental para a integração da organização e o desdobramento dos resultados em todos os níveis, interna e externamente. Um mito relacionado à tomada de decisão e comunicação é que, nos dias atuais, não há tempo para transmitir informações e realizar considerações. Conforme o Guia de Referência, “a interação entre as equipes e o alinhamento de conhecimentos cria sinergia e um senso comum de atuação. O processo de comunicação move as ações, estimula a mudança, gera a consciência e o engajamento, e mantém o ritmo da organização na busca do melhor desempenho” (Brasil, 2009, p. 71).

Finalizando esta seção, de acordo com o Guia para Referência de Avaliação do Desempenho,

A medição de desempenho na gestão pública está entre os principais instrumentos para subsidiar os gestores e os dirigentes em suas decisões e escolhas. Atualmente, há a exigência cada vez maior em aperfeiçoar os níveis de esforços e resultados das organizações, bem como gerar e fortalecer os mecanismos de transparência e responsabilização para os cidadãos e partes interessadas, sendo estes os fundamentos básicos para impulsionar o desenvolvimento e implementação de indicadores de desempenho nas instituições públicas (Brasil, 2009, p. 84).

Assim, de acordo com o Guia, os indicadores de desempenho proporcionam informações atinentes a temas fundamentais da gestão pública, como por exemplo: **eficiência**, eficácia, nível de efetividade, qualidade, economia de recursos e produtividade dos produtos/serviços, além de indicar o grau de melhoria da gestão.

2.3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Data Envelopment Analysis (DEA) ou Análise Envoltória de Dados, ocasionalmente chamada de análise de fronteira, é uma técnica de medição de desempenho que pode ser usada para avaliar a eficiência relativa de Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units – DMU*), ou seja, medir e avaliar a eficiência de uma organização. Essa técnica foi baseada no artigo publicado por Farrell (1957), no *Journal of the Royal Statistical Society*, o qual discorreu sobre a mensuração de índices de ineficiência da produção agrícola em fazendas norte-americanas.

De acordo com Melo Junior (2005), a medida da eficiência produtiva, a qual realiza uma comparação entre o consumo e a produção, é usada tipicamente para se medir o desempenho das organizações. Uma vez esperado um comportamento otimizador das organizações, tal medida indica que quanto maior a produtividade, melhor o desempenho

produtivo. Ainda segundo o autor, considerando-se n insumos e m produtos, a produtividade geralmente é dada por

$$\text{Eficiência Produtiva} = \frac{\text{Soma Ponderada dos Produtos}}{\text{Soma Ponderada dos Insumos}} = \frac{\sum_{k=1}^m u_k y_k}{\sum_{i=1}^n v_i x_i} \quad (1)$$

onde u_k e v_i são os pesos, ou seja, o grau de importância que a organização atribui a quantidade y_k do produto k e x_i do insumo i , respectivamente.

Segundo a definição empregada por Melo Junior (2005), eficiência técnica é resultante da comparação entre os níveis de *inputs* e *outputs* observados e os níveis de *inputs* e *outputs* ótimos, isto é, o quociente entre a produção observada e o potencial máximo atingível para um determinado consumo (usualmente chamada de eficiência técnica orientação produção); ou então a razão entre a quantidade de *inputs* observados e o potencial mínimo exigido para produzir uma quantidade fixa de *outputs* (usualmente chamada de eficiência técnica orientação consumo). Durante muitos anos, o maior problema na mensuração de eficiência técnica era a determinação dos níveis ótimos de uma organização, até que em 1978, pela primeira vez Charnes, Cooper e Rhodes utilizaram-se da abordagem *DEA* para mensurar radialmente índices de eficiência econômica relativa das empresas, trabalhando-se com múltiplos insumos e produtos (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978). A partir de então, o primeiro modelo *DEA* passou a ser conhecido na literatura como o modelo CCR, nomenclatura derivada das iniciais dos nomes dos autores pioneiros, obtendo rápido crescimento e ampla aceitação (CHARNES et al., 1994). De início, esse modelo foi esboçado para um estudo com Retornos Constantes de Escala (*Constant Returns to Scale – CRS*). Ulteriormente, foi ampliado por Banker, Charnes e Cooper (1984) para abranger Retornos Variáveis de Escala (*Variable Returns to Scale – VRS*), passando a ser chamado de BCC, sigla também oriunda das iniciais dos nomes dos autores. Destarte, os modelos básicos de *DEA* são denominados CCR (ou *CRS*) e BCC (ou *VRS*) (Peña, 2008, p. 92).

De acordo com Gomes Júnior (2010), índices de eficiência radiais (não proporcionais) dependem da orientação do modelo (orientado a *inputs* ou *outputs*), ou seja, ocorrem quando se mantém constante o nível de *outputs*, com redução do nível dos *inputs* (modelo orientado a *input*) ou quando se mantém o nível dos *inputs*, com aumento do nível de *outputs* (modelo orientado a *outputs*). Já os índices de eficiência *DEA* fundamentados em projeções na fronteira eficiente que são adquiridos por meio de variações proporcionais de *inputs* e *outputs* são denominados não radiais.

Segundo Unsal, Bal e Orkuc (2012), *DEA* é o método mais popular utilizado na pesquisa de operações e ciência de administração. *DEA* é um modelo de programação linear não paramétrico de estimação da chamada fronteira da eficiência, sendo essa definida por Kassai (2002) como uma curva de máxima produtividade, levando-se em conta a relação ótima entre insumos e produtos. Sobre a fronteira estarão plotadas todas as *DMUs* consideradas eficientes; já as ineficientes estarão localizadas abaixo da fronteira. Assim, o termo “fronteira de eficiência” indica os pontos nos quais a produtividade de uma hipotética unidade produtiva é considerada eficiente. Ainda segundo a autora, a fronteira de eficiência precisa ser definida pelo conjunto de *DMUs* que está sendo comparado e uma *DMU* só poderá ser eficiente para aquele conjunto a partir do qual a fronteira de eficiência foi estabelecida. Em caso de alteração do conjunto considerado, igualmente deverá ser alterada a fronteira de eficiência, pois quanto mais produtivas forem as *DMUs* do grupo comparado, maior será a produtividade imposta para que uma unidade de produção seja apontada como eficiente (Kassai, 2002). Enfim, o modelo realiza uma análise comparativa entre as *DMUs*, a partir do quociente entre a soma ponderada dos *inputs* e *outputs* de cada *DMU*, o qual é relatado como o escore relativo de eficiência, definindo pesos diferentes para cada *DMU* (Cvetkoska, 2011, p. 421).

A metodologia *DEA* estabelece a curva de eficiência ou de produtividade máxima, tendo em vista a relação ótima insumo/produto. Nesse sentido, são identificadas as *DMUs* que conquistaram a aplicação ótima entre insumos e produtos, as quais são chamadas de eficientes, estando estabelecidas na curva de máxima eficiência relativa. Já as demais unidades são consideradas ineficientes, estando situadas sob a curva, “envolvidas” pela performance das unidades consideradas eficientes (Kassai, 2002). O método estabelece então unidades de referência para cada observação, o que possibilita computar os acréscimos de produtos ou redução de insumos necessários visando à otimização da atuação.

Conforme Charnes et al. (1994), a metodologia é adequada para a mensuração da eficiência pois apresenta algumas características positivas: ela pode atuar com variados insumos e produtos; não se faz necessário estipular a forma funcional; gera um escore único de desempenho relativo às outras unidades de produção; diferencia as unidades eficientes das ineficientes; define os recursos e calcula o quão ineficiente estão as unidades consideradas ineficientes e consegue detectar deficiências particulares, que não são detectadas a partir de outras técnicas.

Ainda segundo os autores, analistas de operações, cientistas de gerenciamento e engenheiros industriais demonstraram grande interesse nas soluções de eficiência relativa da *DEA* em grande parte devido a três características principais (CHARNES et al., 1994, p. 7):

- a) caracterização de cada *unidade de produção* por um único escore de eficiência relativa;
- b) projeções específicas de melhorias para uma *DMU* considerada ineficiente, baseadas nas melhores práticas das *DMUs* observadas; e
- c) exclusão, pela metodologia *DEA*, da utilização de abordagens indiretas e alternativas de especificar modelos estatísticos abstratos e de realizar inferências com base na análise de resíduos e de coeficientes paramétricos.

Conforme afirma Peixoto (2016), ao aplicar-se o modelo CCR de eficiência produtiva total e definida à combinação de *inputs* e *outputs*, quanto mais próxima da região de fronteira de eficiência estiver uma *DMU*, mais ela será eficiente. Segundo a autora, “tal fato comprova a proposta básica dos modelos de análise envoltória de dados, ou seja, permitir a identificação e diferenciação entre as unidades eficientes e ineficientes” (Peixoto, 2016, p. 75).

Conforme relatado por Charnes et al. (1994, p. 314), a *DEA* pode ser aplicada para se medir a eficiência de uma enorme diversidade de organizações, sejam elas públicas ou privadas, com ou sem fins lucrativos. Os autores citam, por exemplo: bancos, hospitais, departamentos de engenharia e de geração de energia, universidades e escolas. Na aplicação da metodologia, esses locais são denominados *DMUs*. Nesse sentido, definir adequadamente as *DMUs*, os *inputs* e *outputs* são os grandes desafios do processo de medição de desempenho baseados na metodologia *DEA*, podendo implicar a ambiguidade dos resultados (Thanassoulis, Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software, 2001).

Na literatura brasileira e mundial, há vários trabalhos que utilizaram o método *DEA* para mensurar a eficiência de várias organizações, sejam elas públicas ou privadas. Soares de Mello et al. (2005) utilizaram *DEA* para medir o desempenho de unidades policiais do estado do Rio de Janeiro. Melo Junior associou a metodologia *DEA* com o Índice de Malmquist para avaliar a produtividade de soja na região de Guarapuava, estado do Paraná (Melo Junior, 2005). Rodrigues (2010) avaliou a eficiência de setenta e sete produtores laticínios do município de Rolim de Moura, estado de Rondônia, utilizando *DEA*. Amaral (1999) empregou *DEA* para aferir a eficiência produtiva das unidades acadêmicas da Universidade do Amazonas. A tese de doutorado de Peixoto (2016) trouxe uma proposta de medição do desempenho em

organizações hospitalares, sob a perspectiva dos hospitais universitários federais do Brasil. Já a tese de Kassai (2002) utilizou *DEA* na análise de evidências contábeis de companhias do setor elétrico brasileiro e a de Almeida (2010) integrou *DEA* e o Índice de Malmquist para medir a eficiência dos investimentos públicos direcionados a empresas financiadas pelo programa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e inclusas no Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE). *DEA* foi utilizada para medir a eficiência do sistema de saúde pública de 30 países europeus, durante o ano de 2010 (Asandului, Roman, & Fatulescu, 2014). *DEA* foi utilizada por Brambilla (2015) para analisar a eficiência da gestão do Programa Bolsa Família, programa social implantado e mantido pelo governo federal, nos municípios do Paraná. Para Cvetkoska (2011, p. 1), “*DEA* é uma nova forma de organizar e analisar dados”, tendo a aplicado em tecnologias de informação e comunicação.

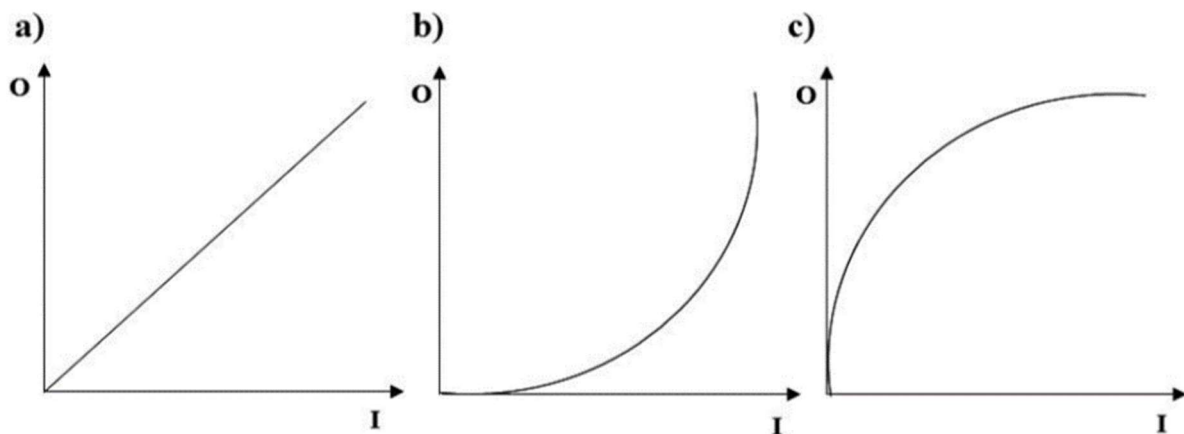
De acordo com Kalb (2010), a metodologia *DEA* pode apoiar-se em possíveis suposições ou hipóteses, obtidas a partir de distintos comportamentos assumidos pelos *outputs*, quando registra-se um aumento equivalente dos *inputs*. Refere-se, portanto, aos *CRS* e aos *VRS*, podendo ser classificados, segundo Surco (2004) e Sherman et al. (2015), em:

- a) Retornos Constantes de Escala (*Constant Returns to Scale*), onde os produtos crescem na mesma proporção que os insumos;
- b) Retornos Decrescentes de Escala (*Decreasing Returns to Scale – DRS*), onde os produtos crescem numa proporção menor que os insumos, ou seja, duplicar o nível de consumo normalmente não leva a uma produção duplicada, mas sim a um valor menor;
- c) Retornos Crescentes de Escala (*Increasing Returns to Scale – IRS*), onde os produtos aumentam numa proporção superior aos insumos, ou seja, duplicar o consumo geralmente leva a mais que uma duplicação da produção.

No modelo *CRS* ou *CCR* os resultados gerados considerando sua aplicação referem-se a indicadores objetivos de eficiência ou ineficiência para cada *DMU* em avaliação (Rickards, 2003).

Os *CRS* (a) e os *VRS*, crescentes (b) e decrescentes (c), são ilustrados pela Figura 6, estando representados por curvas de produção.

Figura 6 – Curvas de produção dos retornos constantes, crescentes e decrescentes.

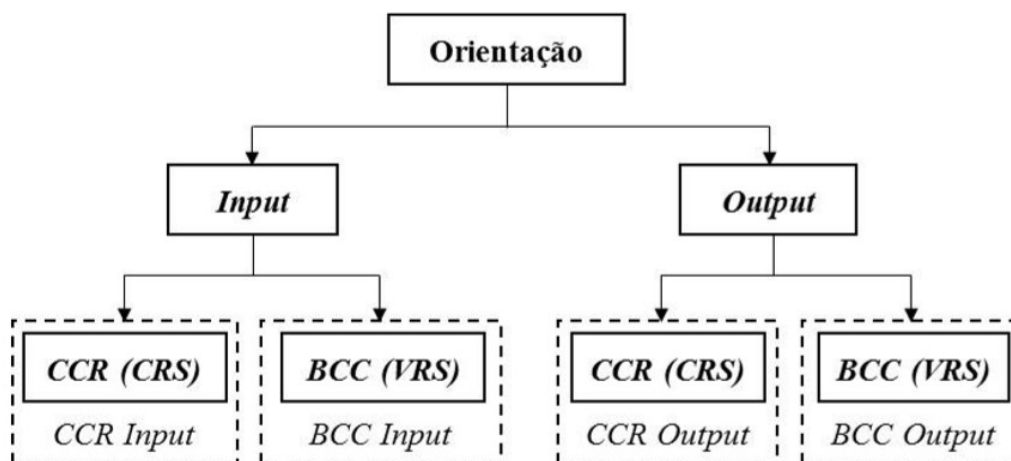


Fonte: (Peixoto, 2016, p. 76).

De acordo com Heidari, Omid e Mohammadi (2012) e Peixoto (2016), em se tratando do modelo BCC, embora o aumento do tamanho das instalações da *DMU* analisada não seja influenciado pelas economias de escala, este caracteriza-se pelos *VRS*. Trata-se, pois, da eficiência técnica pura, ou seja, “a capacidade que uma *DMU* tem de minimizar as quantidades de insumos utilizadas para produzir determinadas quantidades de produtos, ou então de maximizar a quantidade de produtos produzidos utilizando determinadas quantidades de insumos” (Silveira Neto & Oliveira, 2011, p. 84). “Os *VRS* ocorrem, respectivamente, quando se estabelecem variações, relativamente proporcionais, dos produtos em relação aos insumos, gerando economias ou deseconomias de escala” (Peixoto, 2016).

Cada um dos dois modelos apresentados (BCC ou CCR) pode ser esboçado sob dois modos de maximizar a eficiência: orientado aos *inputs* ou orientado aos *outputs*. Um modelo *DEA* orientado aos *outputs* é canalizado para aumentar a produção pelas *DMUs*, mantendo os *inputs* constantes, enquanto o modelo orientado aos *inputs* concentra-se na redução dos recursos utilizados, mantendo-se o nível de produção (Asandului, Roman, & Fatulescu, 2014). A Figura 7 ilustra as variações assumidas pelos modelos *DEA* clássicos.

Figura 7 – Variações assumidas pelos modelos *DEA* clássicos.



Fonte: (Peixoto, 2016, p. 77)

Surco (2004, p. 40) apresenta ainda uma outra abordagem denominada Medidas *DEA* Completas, as quais devem ser capazes de atender ao conceito de eficiência técnica Pareto-Koopman:

O plano de operação (X_o, Y_o) é Pareto Koopmans eficiente se não for possível aumentar a quantidade gerada de qualquer produto sem uma redução da quantidade gerada de pelo menos um outro produto ou sem aumentar a quantidade consumida de pelo menos um insumo; bem como se não for possível reduzir a quantidade consumida de qualquer insumo sem aumentar a quantidade consumida de pelo menos outro insumo ou sem reduzir a quantidade gerada de pelo menos um produto (SURCO, 2004, p. 8).

Ainda segundo o autor, uma Medida Completa de eficiência técnica gera um escalar como resultado, devendo ser compatível com os resultados das demais medidas existentes e é de fácil manipulação computacional e simples interpretação no meio gerencial.

Uma dessas medidas é a *Range Adjusted Measure (RAM)* ou Medida Ajustada por Amplitude, a qual é baseada nos excessos no consumo e folgas na produção e é calculada com base na amplitude das quantidades dos insumos e dos produtos, o que a torna adimensional. Assim, a medida é invariante a mudanças nas unidades de insumos e produtos, o que permite uma interpretação gerencial adequada da somatória das folgas de produto e excessos de insumos (SURCO, 2004, p. 42). A *RAM* é um modelo não radial e, na sua utilização, devem ser considerados retornos variáveis de escala (SURCO, 2004, p. 87).

De acordo com Melo Junior (2005), o problema de programação não-linear possui infinitas soluções. Para solucionar este contratempo, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) determinaram um valor permanente para o denominador da função objetivo e o converteram em um PPL (Problema de Programação Linear), que pode ser facilmente solucionado por

qualquer aplicativo de programação linear. O modelo também é conhecido como problema dos multiplicadores ou de razão de eficiência, conforme representado na Tabela 1, a qual apresenta um esboço geral acerca das formulações matemáticas concernentes aos modelos CCR e BCC, desenvolvidos por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e por Banker, Charnes e Cooper (1984):

Tabela 1 – Formulações matemáticas dos modelos *DEA*

Modelo CCR com Retornos Constantes de Escala (CRS) – Eficiência produtiva total	
Modelo de multiplicadores	
Orientação para o <i>input</i>	Orientação para o <i>output</i>
$\text{Maximizar } \sum_{j=1}^m u_j \cdot y_{jo} \quad (2)$ <p>Sujeito a</p> $\sum_{j=1}^m u_j \cdot y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{ik} \leq 0 \quad (3)$ $\sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{io} = 1 \quad (4)$ $u_j, v_i \geq 0 \forall j, i$	$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{io} \quad (5)$ <p>Sujeito a</p> $\sum_{j=1}^s u_j \cdot y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{ik} \leq 0 \quad (6)$ $\sum_{j=1}^s u_j \cdot y_{jo} = 1 \quad (7)$ $u_j, v_i \geq 0 \forall j, i$
<p>y_{jk} = quantidade produzida do produto k pela j-ésima DMU; x_{ik} = quantidade consumida do insumo k pela i-ésima DMU; u_j = peso associado ao produto j; v_i = peso associado ao insumo i $j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, r; k = 1, \dots, n; s = 1, \dots, n$</p>	
Modelo do envelopamento	
Orientação para o <i>input</i>	Orientação para o <i>output</i>
$\text{Minimizar } \theta$ <p>Sujeito a</p> $\theta x_{io} - \sum_{k=1}^n \lambda_k \cdot x_{ik} \geq 0 \quad (8)$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k \cdot y_{mk} - y_{mo} \geq 0 \quad (9)$ $\theta, \lambda_k \geq 0$	$\text{Maximizar } \varphi$ <p>Sujeito a</p> $x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \geq 0 \quad (10)$ $\sum_{k=1}^n y_{mk} \cdot \lambda_k - \varphi \cdot y_{mo} \geq 0 \quad (11)$ $\varphi, \lambda_k \geq 0$
<p>y_{mk} = quantidade produzida do produto k pela m-ésima DMU;</p>	

$x_{ik} = \text{quantidade consumida do insumo } k \text{ pela } i\text{-ésima DMU};$ $\lambda = \text{pesos}$ $i=1, \dots, r; m=1, \dots, s; k=1, \dots, n$	
Modelo BCC com Retornos Variáveis de Escala (VRS) – Eficiência técnica	
Modelo de multiplicadores	
Orientação para o <i>input</i>	Orientação para o <i>output</i>
$\text{Maximizar } \sum_{j=1}^m u_j \cdot y_{j0} + u_0 \quad (12)$ <p style="text-align: center;">Sujeito a</p> $\sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{i0} = 1 \quad (13)$ $\sum_{j=1}^m u_j \cdot y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{ik} + u_0 \leq 0 \quad (14)$ <p style="text-align: center;">$u_j, v_i \geq 0 \forall j, i$</p> <p style="text-align: center;">u_0 sem restrição de sinal</p>	$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{i0} - v_0 \quad (15)$ <p style="text-align: center;">Sujeito a</p> $\sum_{j=1}^s u_j \cdot y_{j0} = 1 \quad (16)$ $\sum_{j=1}^s u_j \cdot y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{ik} + v_0 \leq 0 \quad (17)$ <p style="text-align: center;">$u_j, v_i \geq 0 \forall j, i$</p> <p style="text-align: center;">v_0 sem restrição de sinal</p>
$y_{jk} = \text{quantidade produzida do produto } k \text{ pela } j\text{-ésima DMU};$ $x_{ik} = \text{quantidade consumida do insumo } k \text{ pela } i\text{-ésima DMU};$ $u_j = \text{peso associado ao produto } j; v_i = \text{peso associado ao insumo } i$ $j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, r; k = 1, \dots, n$ $u_0 \geq 0: \text{IRS}; u_0 = 0: \text{CRS}; u_0 \leq 0: \text{DRS}$ $v_0 \geq 0: \text{DRS}; v_0 = 0: \text{CRS}; v_0 \leq 0: \text{IRS}$	
Modelo do envelopamento	
Orientação para o <i>input</i>	Orientação para o <i>output</i>
$\text{Minimizar } \theta$ <p style="text-align: center;">Sujeito a</p> $\sum_{k=1}^n \lambda_k \cdot x_{ik} \leq \theta x_{i0} \quad (18)$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k \cdot y_{mk} \geq y_{m0} \quad (19)$ <p style="text-align: center;">$\theta, \lambda_k \geq 0$</p>	$\text{Maximizar } \varphi$ <p style="text-align: center;">Sujeito a</p> $\sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \leq x_{i0} \quad (20)$ $\sum_{k=1}^n y_{mk} \cdot \lambda_k \geq \varphi \cdot y_{m0} \quad (21)$ <p style="text-align: center;">$\varphi, \lambda_k \geq 0$</p>
$y_{mk} = \text{quantidade produzida do produto } k \text{ pela } m\text{-ésima DMU};$	

x_{ik} = quantidade consumida do insumo k pela i -ésima DMU; λ_j é a variável de decisão, a qual define as DMUs referências; λ = pesos; θ é a ampliação (equiproporcional) máxima do vetor dos produtos; Escalas: $\lambda_k \geq 1$: IRS; $\lambda_k = 1$: CRS; $\lambda_k \leq 1$: DRS $m=1, \dots, s$; $i=1, \dots, r$; $k=1, \dots, n$ θ, φ = medidas de eficiência e ineficiência	
Razão entre os modelos CCR/BCC – Eficiência de escala	
$EE_s(x_k, y_k) = \frac{EP(x_k, y_k)}{ET(x_k, y_k)} \quad (22)$	$EE_s(x_k, y_k)$ = eficiência de escala $EP(x_k, y_k)$ = eficiência produtiva $ET(x_k, y_k)$ = eficiência técnica

Fonte: Adaptado pelo autor de Peixoto (2016) e Melo Júnior (2005).

Como pode ser observado na Tabela 1, tanto o modelo BCC quanto o modelo CCR podem apresentar-se nas formas de multiplicadores e do envelopamento, também conhecidos como modelos *primal* (ou modelo original) e *dual*, respectivamente, tendo em vista que, segundo Thanassoulis (2001), a cada modelo de programação linear primal corresponde um modelo *dual*. Conforme Thanassoulis, Portela e Despić (2008), o ponto de partida do modelo de multiplicadores é a definição de restrição de pesos, a fim de aprimorar a capacidade de discriminação da técnica. Ainda conforme os autores, o modelo do envelopamento, ou modelo *dual*, possui menos restrições que o modelo *primal* e, conseqüentemente, requer um tempo computacional menor para sua resolução. Além disso, possui sua aplicação direcionada à definição de alvos ou metas. Thanassoulis (2001) revela ainda informações a respeito das DMUs adotadas, na condição de *benchmarks*.

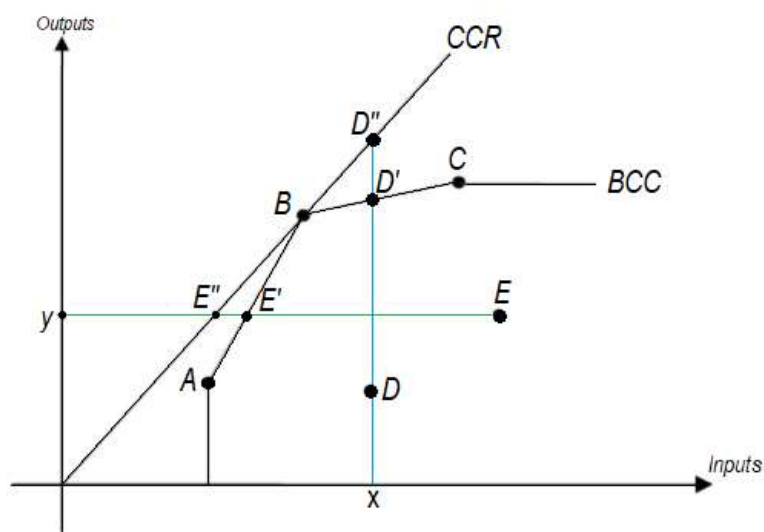
O último bloco da Tabela 1 refere-se à razão entre os modelos CCR/BCC, denominada eficiência de escala, a qual volta-se ao incremento da produção de um bem consoante a redução de outro. Destarte, a eficiência de escala envolve o critério e o tamanho das operações, sendo considerada um dos desmembramentos da eficiência técnica total, assim como a eficiência técnica pura (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011).

De acordo com Melo Junior (2005), a obtenção de um escore igual a 1 indica que a DMU operou eficientemente. Valores acima de 1 indicam ineficiência técnica. Nesse caso, se, por exemplo, o escore obtido orientado ao *output* foi 1,5, a DMU deverá incrementar os atuais níveis de produção em 50% para ser considerada eficiente. O conjunto de referência, também

chamado de *benchmark* para a *DMU* avaliada, é o conjunto de *DMUs* que estão plotadas na fronteira de eficiência.

A Figura 8 compara os dois modelos da metodologia *DEA*, o BCC e o CCR. As supostas *DMUs* estão representadas pelas esferas pretas. Observe que, dependendo do modelo, uma *DMU* pode ou não ser considerada eficiente. Assim, as *DMUs* A e C são consideradas eficientes para o modelo BCC. A unidade B é eficiente para ambos os modelos. Já as *DMUs* D e E são ineficientes para os dois modelos. Para que a unidade D seja considerada eficiente, ela deverá atingir D' para o modelo BCC e D'' para o modelo CCR; em ambos os casos, os modelos estão orientados aos *outputs*, uma vez que a eficiência só será alcançada mantendo-se os *inputs* constantes, aumentando-se os *outputs*. Da mesma forma, para que a *DMU* E torne-se eficiente, deverá atingir E' no modelo BCC e E'' para o modelo CCR, nesses casos, os modelos estão orientados aos *inputs*, que deverão diminuir, mantidos os *outputs* constantes.

Figura 8 – Comparação entre as fronteiras dos modelos BCC e CCR.



Fonte: Elaboração própria.

A base de dados definida para se avaliar a eficiência relativa de cada *DMU* determina os limites ou envelopes de análise, característica que justifica o fato de o modelo básico CCR também ser associado à expressão análise envoltória de dados. Uma vez que as melhores unidades de análise representam a fronteira de eficiência a partir de múltiplos *inputs* e *outputs*, passa a ser possível a definição dos escores de eficiência, isto é, a distância das unidades ineficientes em relação à fronteira. A fim de que a eficiência seja maximizada, a técnica tem suporte na definição de *benchmarks* e na elaboração de alvos para cada *DMU* dita ineficiente, considerando-se a combinação de *inputs* e *outputs* (Charnes et al., 1994, p. 315).

De acordo com Rodrigues (2010), devido à metodologia *DEA* ser um método avaliativo não paramétrico, ela possui algumas características diferenciadas quando comparada a outros métodos:

Contrastando com métodos paramétricos, no qual o objetivo é otimizar um plano de regressão simples, a *DEA* otimiza individualmente cada uma das observações, uma em relação às demais, para assim, determinar a fronteira de eficiência. A análise paramétrica tradicional aplica a mesma função de produção a cada uma das observações. Portanto, o foco da *DEA* está nas otimizações, em contrapartida às estimações de parâmetros das aproximações estatísticas utilizadas por outros métodos (Rodrigues, 2010, p. 43).

O autor cita outra importante vantagem da *DEA* em relação a outras metodologias: a orientação da eficiência por intermédio de um indicador único, constituído a partir de diversas abordagens de desempenho distintas. Consequentemente, isso facilita o processo decisório ao permitir que o gestor utilize apenas a medida da eficiência da *DEA*, deixando de utilizar vários índices para chegar a uma conclusão sobre o desempenho da organização. Ademais, outras informações derivadas dessa metodologia podem ser utilizadas na busca da excelência (Rodrigues, 2010).

Para se aplicar a metodologia *DEA*, algumas condições devem ser atendidas: as *DMUs* devem realizar as mesmas tarefas e possuírem objetivos similares, ou seja, devem ser homogêneas; elas devem operar sob condições de mercado idênticas e as variáveis (*inputs* e *outputs*) devem ser iguais, exibindo variações meramente quanto à intensidade ou magnitude (Golany & Roll, 1989).

2.4 OUTLIERS

Um *outlier* é um ponto de dados que é significativamente diferente do restante dos dados (AGGARWAL, 2013, p. 1). Para Hawkins, um *outlier* é “uma observação que se desvia tanto de outras observações que desperta suspeitas de que foi gerada por um mecanismo diferente” (HAWKINS, 1980, p. 1). Essas observações desviadas podem ser também designadas por aberrantes, anormais, extremas ou discrepantes. Segundo o autor, o problema dos *outliers* é um dos mais antigos nas estatísticas e uma inspeção de uma amostra contendo *outliers* apresentará características como grandes lacunas entre observações “periféricas” e “subjacentes” e o desvio entre os *outliers* e o grupo de *inliers*, conforme medido em alguma escala adequadamente padronizada. Para Hawkins, os *outliers* certamente afetam ou devem afetar a análise dos dados.

De acordo com Girollo (2008), anteriormente à aplicação de qualquer técnica estatística em um conjunto de dados, é necessária uma cuidadosa análise de seus componentes, uma vez que podem haver objetos incompatíveis com a distribuição do restante dos dados, os *outliers* – valores que se destacam em relação a uma ou mais variáveis em estudo e que podem prejudicar a modelagem estatística dos dados amostrais e, conseqüentemente, a análise comportamental do objeto em estudo.

Segundo Aggarwal (2013, p. 1), na maioria das aplicações, os dados são criados por um ou mais processos de geração, que podem refletir a atividade no sistema ou observações coletadas sobre as entidades. Quando o processo de geração se comporta de maneira incomum, resulta na criação de *outliers*.

As variáveis observadas geralmente contêm valores discrepantes que possuem valores incomumente grandes ou pequenos quando comparados com outros valores da amostra. Alguns conjuntos de dados podem vir de grupos homogêneos; outros de grupos heterogêneos que possuem características diferentes em relação a uma variável específica. Os valores discrepantes podem ser causados por medições incorretas, incluindo erros de entrada de dados, ou provenientes de uma população diferente do restante dos dados. Por outro lado, se a medição estiver correta, esse valor é chamado de evento raro (SEO, 2006, p. 1).

O primeiro aspecto a notar é que os *outliers* causam um efeito negativo na análise de dados. Osborne e Overbay (2004) categorizaram brevemente os efeitos deletérios de *outliers* em análises estatísticas:

- 1) *Outliers* geralmente servem para aumentar a variação de erros e reduzir o poder dos testes estatísticos.
- 2) Se não distribuídos aleatoriamente, podem diminuir a normalidade (e, nas análises multivariadas, violar as hipóteses de esfericidade e normalidade multivariada), alterando as chances de se cometer erros do Tipo I e do Tipo II¹.

Seo (2006, p. 1) exemplifica como um *outlier* pode distorcer muito a média, a variância e o intervalo de confiança de 95% para a média. Suponha que haja um conjunto simples de

¹ **Erro do Tipo I:** em um teste de hipóteses, rejeita-se a hipótese nula quando ela é verdadeira, ou seja, é quando se chega a um resultado que tem significância estatística, quando na verdade ele ocorreu por acaso. **Erro do Tipo II:** é o erro que ocorre quando a análise estatística dos dados não consegue rejeitar uma hipótese, no caso desta hipótese ser falsa. Fonte: <http://wikiofscience.wikidot.com/stats:alpha-type-i-error>. Acesso em 29 de maio de 2019.

dados formado pelos valores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e suas estatísticas básicas sejam exibidas na Tabela 2.

Tabela 2 – Estatística básica de um conjunto de dados simples

Média	Mediana	Variância	Intervalo de confiança de 95% para a média
4	4	4,67	[2,00 a 6,00]

Fonte: SEO (2006, p. 2).

Ao substituir-se o ponto de dados 7 por 77, obtêm-se as estatísticas básicas da Tabela 3. Como se observa, a média e a variância dos dados são muito maiores do que o conjunto de dados original devido a um valor de dados incomum, 77. O intervalo de confiança de 95% para a média também é muito mais amplo por causa da grande variação. Isso pode causar problemas potenciais quando se conduz uma análise de dados sensível a uma média ou variação (SEO, 2006, p. 1).

Tabela 3 – Estatística básica após a troca do valor 7 por 77 na amostra.

Média	Mediana	Variância	Intervalo de confiança de 95% para a média
14	4	774,67	[-11,74 a 39,74]

Fonte: SEO (2006, p. 2).

De acordo com Seo (2006, p.2), o segundo aspecto dos *outliers* é que eles podem fornecer informações úteis sobre dados quando se analisa uma resposta incomum a um determinado estudo. Eles poderiam ser os valores extremos, separados da maioria dos dados, independentemente das premissas de distribuição. Os dois casos a seguir são bons exemplos de análise *outlier* em termos do segundo aspecto de um *outlier*:

- 1) Identificar médicos que subutilizem ou utilizem procedimentos específicos ou equipamentos médicos, como um instrumento de raio-x;
- 2) Identificar Médicos de Atenção Primária (MAPs) com taxas de insatisfação de membros (TIMs) desordenadamente altas (TIMs = número de queixas de membros ÷ tamanho de prática de MAPs) em comparação com outros MAPs.

Em resumo, há dois motivos para se detectar valores discrepantes. A primeira razão é encontrar *outliers* que influenciam as suposições de um teste estatístico, por exemplo, *outliers* que violam a suposição de distribuição normal em um teste de análise de variância (ANOVA), e lidar com eles adequadamente para melhorar a análise estatística. Isso pode ser considerado como um passo preliminar para a análise de dados. A segunda razão é usar os próprios *outliers*

com o objetivo de obter certas informações críticas sobre os dados, como foi mostrado nos exemplos acima.

O exemplo abaixo ilustra a importância da análise adequada dos dados. Considere a população dos estados e do Distrito Federal, constantes da Tabela 4:

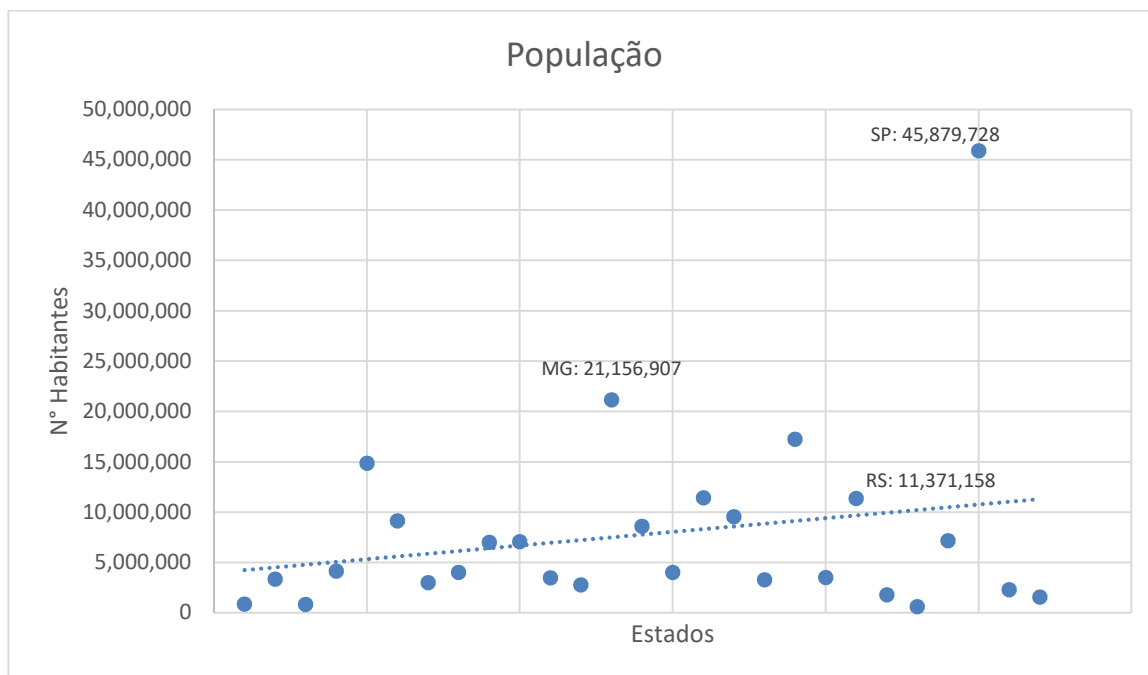
Tabela 4– População dos estados e do Distrito Federal

Estado	População	Estado	População	Estado	População	Estado	População
AC	880.956	ES	4.014.041	PB	4.014.970	RO	1.775.213
AL	3.336.372	GO	7.010.867	PR	11.424.475	RR	597.289
AP	844.004	MA	7.072.046	PE	9.553.051	SC	7.155.017
AM	4.138.599	MT	3.479.505	PI	3.271.743	SP	45.879.728
BA	14.867.618	MS	2.775.755	RJ	17.252.560	SE	2.297.152
CE	9.127.120	MG	21.156.907	RN	3.504.782	TO	1.571.537
DF	3.008.616	PA	8.595.897	RS	11.371.158		

Fonte: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em 29 de maio de 2019.

A partir das informações da Tabela 4, é possível a construção do seguinte gráfico de dispersão:

Figura 9 - Gráfico de dispersão da população dos estados brasileiros.



Fonte: Elaboração própria.

Em um primeiro momento, ao se analisar a Figura 9, é possível supor que o estado de São Paulo seja um *outlier*, uma vez que ele está bastante afastado dos demais estados e da linha de tendência do gráfico. A título de comparação, esse estado possui população quatro vezes superior ao estado do Rio Grande do Sul, que se encontra próximo à linha de tendência.

Já com relação ao estado de Minas Gerais, não é possível, visualmente, afirmar que ele seja um *outlier*, mesmo ele estando relativamente distante dos outros estados e da linha de tendência.

Para se dirimir essa e outras dúvidas acerca da identificação dos pontos discrepantes, a literatura apresenta várias técnicas metodológicas para identificação desses pontos.

2.4.1 Métodos de detecção de *outliers*

De acordo com Seo (2006, p. 3), há dois tipos de métodos de detecção de *outliers*: testes formais e testes informais. Ambos são geralmente chamados de testes de discordância e métodos de rotulagem de *outliers*, respectivamente. A maioria dos testes formais precisa de estatísticas de teste para testes de hipóteses. Eles geralmente são baseados em assumir uma distribuição bem-comportada e testam se o valor extremo do destino é um *outlier* da distribuição. Alguns testes são para um único *outlier* e outros para vários *outliers*. A seleção desses testes depende principalmente dos números e tipos de valores discrepantes e do tipo de distribuição de dados. Iglewicz e Hoaglin (1993) revisaram e compararam cinco testes formais selecionados que são aplicáveis a uma distribuição normal, como a ESD Generalizada (*generalized Extreme Studentized Deviate*), estatística de Kurtosis, Shapiro-Wilk, a regra Boxplot, e o Teste de Dixon, através de simulações.

Embora os testes formais sejam bastante poderosos em suposições estatísticas bem-comportadas, como uma suposição de distribuição, a maioria das distribuições de dados do mundo real pode ser desconhecida ou pode não seguir distribuições específicas, como normal, gama ou exponencial (SEO, 2006, p.3). Outra limitação é que eles são suscetíveis a problemas de mascaramento ou esmagamento. Acuna e Rodriguez (2004) definem esses problemas da seguinte forma:

Efeito de mascaramento: Diz-se que um *outlier* mascara um segundo *outlier* se o segundo *outlier* puder ser considerado como um *outlier* apenas por si próprio, mas não na presença do primeiro *outlier*. Assim, após a exclusão do primeiro *outlier*, a segunda instância aparece como um *outlier*. Efeito de esmagamento: Diz-se que um *outlier* anula uma segunda observação se esta última puder ser considerada como um *outlier* apenas sob a presença do primeiro. Em outras palavras, após a exclusão do primeiro *outlier*, a segunda observação torna-se uma observação não-periférica. (ACUNA e RODRIGUES, 2004, p. 8)

Por outro lado, a maioria dos métodos de rotulagem de *outliers*, testes informais, gera um intervalo ou critério para detecção de *outliers* em vez de testes de hipóteses, e qualquer observação além do intervalo ou critério é considerada como um *outlier*. Diversos parâmetros de localização e escala são empregados principalmente em cada método de rotulagem para definir um intervalo razoável ou critério para detecção de *outliers*. Há duas razões para se utilizar um método de rotulagem de *outliers*. A primeira é encontrar possíveis *outliers* como um dispositivo de triagem antes de realizar um teste formal. A segunda é encontrar os valores extremos, distantes da maioria dos dados, independentemente da distribuição. Embora os testes formais usualmente exijam estatísticas de teste baseadas em suposições de distribuição e uma hipótese para determinar se o valor extremo do alvo é um *outlier* verdadeiro da distribuição, a maioria dos métodos de rotulagem apresenta os intervalos usando os parâmetros de localização e escala dos dados. Embora o método de rotulagem seja geralmente simples de usar, algumas observações fora do intervalo podem revelar-se falsamente identificadas como *outliers* após um teste formal quando os *outliers* são definidos apenas como observações que se desviam da distribuição assumida. No entanto, se a finalidade da detecção de *outliers* não é um passo preliminar para encontrar os valores extremos que violam as premissas de distribuição das principais análises estatísticas, como o teste t, ANOVA e regressão, mas principalmente para encontrar os valores extremos distantes da maioria dos dados, independentemente da distribuição, os métodos de rotulagem de *outliers* podem ser aplicáveis. Além disso, para um grande conjunto de dados que é estatisticamente problemático, por exemplo, quando é difícil identificar a distribuição dos dados ou transformá-los numa distribuição adequada, tal como a distribuição normal, podem ser utilizados métodos de rotulagem para se detectar *outliers* (SEO, 2006, p. 3-4).

Existem vários métodos de rotulagem de *outliers*: o método do desvio padrão (DP), o Z-Score e o Z-Score Modificado, os quais são comumente utilizados e fáceis de usar. Esses métodos são bastante razoáveis quando a distribuição de dados é simétrica e em forma de monte, como a distribuição normal. O boxplot, desenvolvido por Tukey (1977, p. 8) é outro método muito útil, uma vez que não faz suposições distributivas nem depende de uma média ou desvio padrão. Trata-se de uma ferramenta gráfica simples e bem conhecida para exibir informações sobre dados contínuos univariados, como a mediana, quartil inferior, quartil superior, extremo inferior e extremo superior de um conjunto de dados. É menos sensível a valores extremos dos dados do que o método DP porque usa quartis que são resistentes a valores extremos. O quartil inferior (Q1) é o 25º percentil e o quartil superior (Q3) é o 75º

percentil dos dados. A distância interquartil (DIQ) é definida como o intervalo entre Q1 e Q3. O autor estipulou que os valores além da faixa denominada *inner fence* (cerca interna) são chamados de “externos” e os que se encontrarem além da faixa *outer fence* (cerca externa) são classificados como “distantes”. **Um valor entre a cerca interna e externa é um possível outlier. Um valor extremo além da cerca externa é um provável outlier.** Segundo Tukey (1977, p.8), esse método é bastante eficaz, especialmente ao se analisar grandes conjuntos de dados contínuos que não são muito distorcidos.

A equação 23 define os limites inferior e superior da *inner fence*, já a equação 24 determina os mesmos limites da *outer fence*:

$$Q1 - (1,5 * DIQ) \text{ e } Q3 + (1,5 * DIQ) \quad (23)$$

$$Q1 - (3 * DIQ) \text{ e } Q3 + (3 * DIQ) \quad (24)$$

Ainda de acordo com SEO (2006, p. 6), embora o método de Tukey seja bastante eficaz quando se trabalha com grandes conjuntos de dados que são razoavelmente distribuídos de modo normal, muitas distribuições de dados do mundo real não seguem esse tipo de distribuição. Esses dados geralmente são muito distorcidos, geralmente à direita, e nesses casos as distribuições estão frequentemente mais próximas de uma distribuição lognormal do que de uma distribuição normal.

Embora o boxplot proposto por Tukey (1977) possa ser aplicável para dados simétricos e assimétricos, quanto mais distorcidos os dados, mais observações podem ser detectadas como *outliers*. Isso decorre do fato de que esse método é baseado em medidas robustas, como quartis inferiores e superiores e o DIQ, sem considerar a assimetria dos dados. Vanderviere e Huber (2004, p. 1934-1935) introduziram um **boxplot ajustado**, levando em consideração o *medcouple* (MC), uma medida robusta de assimetria para uma distribuição distorcida.

Quando $X_n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ é uma amostra de dados independente de uma distribuição univariada contínua e é classificado como $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$, o MC dos dados é definido como

$$MC(x_1, \dots, x_n) = \text{mediana} \frac{(x_j - \text{med}_k) - (\text{med}_k - x_i)}{x_j - x_i} \quad (25)$$

onde med_k é a mediana de x_n , e i e j têm que satisfazer $x_i \leq \text{med}_k \leq x_j$, e $x_i \neq x_j$. O intervalo do boxplot ajustado é o seguinte:

Se $MC \geq 0$:

$$[I, S] = [Q1 - 1,5 * EXP(-3,5MC) * DIQ, \quad Q3 + 1,5 * EXP(4MC) * DIQ] \quad (26)$$

Se $MC \leq 0$:

$$[I, S] = [Q1 - 1,5 * EXP(-4MC) * DIQ, Q3 + 1,5 * EXP(3,5MC) * DIQ], \quad (27)$$

onde I é a fronteira inferior e S é a fronteira superior do intervalo. As observações que estão fora do intervalo são consideradas *outliers*. O valor do MC varia entre -1 e 1. Se $MC=0$, os dados são simétricos e o boxplot ajustado torna-se um boxplot de Tukey. Se $MC > 0$, os dados têm uma distribuição distorcida à direita, enquanto que se $MC < 0$, os dados têm uma distribuição distorcida à esquerda.

O **método MAD_e**, que utiliza a mediana e o *Median Absolute Deviation* (MAD) ou desvio absoluto mediano, é um dos métodos básicos robustos que não são afetados pela presença de valores extremos do conjunto de dados. Essa abordagem é semelhante ao método DP. No entanto, a mediana e o MAD_e são empregados nesse método em vez da média e do desvio padrão. O método MAD_e é definido da seguinte forma:

$$\text{Método 2 MAD}_e: \text{Mediana} \pm 2 \text{ MAD}_e \quad (28)$$

$$\text{Método 3 MAD}_e: \text{Mediana} \pm 3 \text{ MAD}_e \quad (29)$$

onde $\text{MAD}_e = 1,483 \times \text{MAD}$ para grandes dados normais.

O MAD é um estimador da extensão de um dado, similar ao desvio padrão, mas tem um ponto de ruptura de aproximadamente 50%, como a mediana, e é dado por:

$$\text{MAD} = \text{mediana}(|x_i - \text{mediana}(x)|_{i=1,2,\dots,n}) \quad (30)$$

Quando o valor de MAD é dimensionado por um fator de 1,483, é semelhante ao desvio padrão em uma distribuição normal. Este valor MAD escalado é o MAD_e.

Uma vez que essa abordagem utiliza dois estimadores robustos, tendo um ponto de ruptura elevado, isto é, não é indevidamente afetado por valores extremos, embora algumas observações tornem a distribuição dos dados distorcida, o intervalo é raramente inflacionado, ao contrário do método DP.

Outro método utilizado para identificação de *outliers* é a **Median Rule**, ou regra da mediana. Carling (2000) introduziu a regra mediana para a identificação de *outliers* por meio do estudo da relação entre a porcentagem de *outliers* de destino e as Distribuições de Lambda Generalizadas (DLGs), as quais são usadas com diferentes parâmetros para várias distribuições moderadamente distorcidas. Os substitutos medianos para os quartis do método de Tukey e uma escala diferente do DIQ são empregados neste método. É mais resistente e sua porcentagem de *outlier* alvo é menos afetada pelo tamanho da amostra do que o método de Tukey no caso de distribuições não gaussianas. A escala de DIQ pode ser ajustada dependendo

de qual percentagem de *outliers* alvo e DLG são selecionados. Seo (2006, p. 18) define o valor de 2,3 para a escala do DIQ; quando a escala é aplicada à uma distribuição normal, a percentagem de *outliers* revela-se entre o método de Tukey de 1,5 DIQ e o de 3 DIQ, ou seja, 0,2%. É definido como:

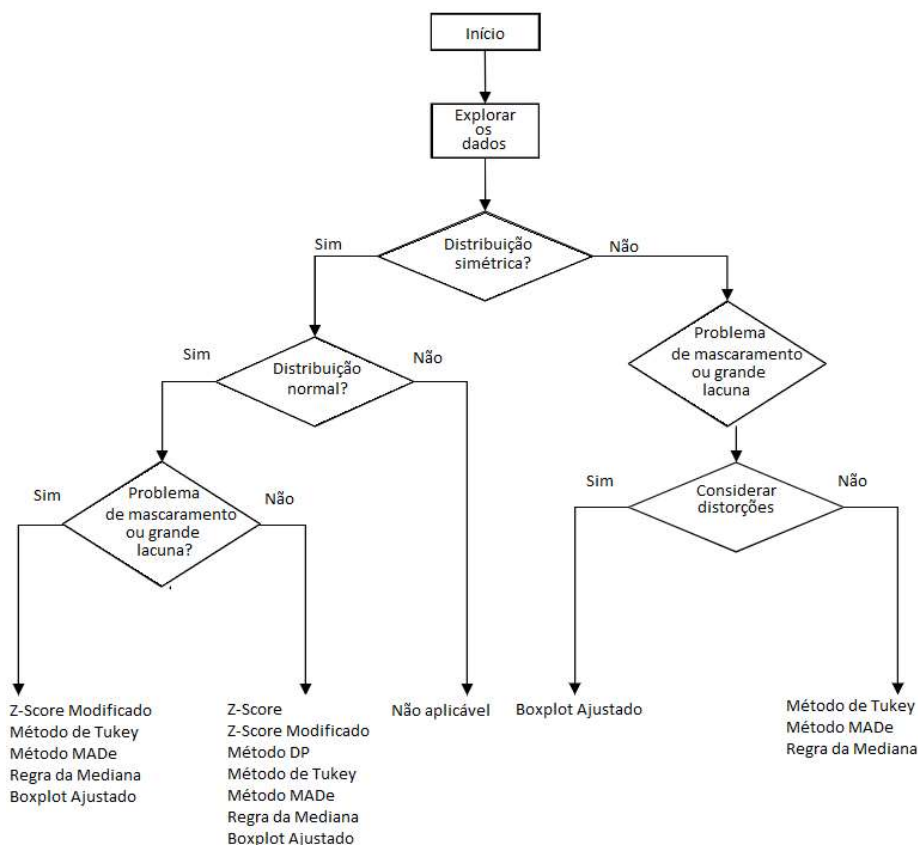
$$[C_1, C_2] = Q2 \pm 2,3 DIQ \quad (31)$$

onde Q2 é a mediana da amostra.

Em seu estudo de revisão e comparação de métodos para detecção de *outliers*, Seo (2006, p. 36) sugere que se o conjunto de dados tem uma distribuição normal com um possível problema de mascaramento ou uma grande lacuna entre a maioria dos dados e valores extremos, o Z-Score e o método DP podem ser inadequados pois esses métodos são altamente sensíveis a valores extremos. O Método de Tukey (Boxplot), o Método MAD_e, a Regra da Mediana e o Boxplot Ajustado podem ser apropriados quando um conjunto de dados é distorcido, como em uma distribuição lognormal. Para o autor, entre esses quatro métodos, o Boxplot Ajustado leva em conta, especialmente, a assimetria dos dados.

A Figura 10 apresenta um fluxograma que, de acordo com Seo (2006, p. 36), orienta o melhor método para detecção de *outliers*, segundo as características dos dados analisados.

Figura 10 - Fluxograma de Métodos de Detecção de Outliers.



Fonte: Adaptado de Seo (2006, p.37).

3 METODOLOGIA

Considerando-se o problema de pesquisa e os objetivos traçados para o cumprimento do presente trabalho, este capítulo apresentará, detalhadamente, cada uma das etapas metodológicas definidas para dar suporte à consecução dos resultados. Para tanto, serão descritos os conceitos que entremeiam o tipo de pesquisa adotado e cada uma das fases de desenvolvimento que foram vencidas para se atingir a proposta final.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DA PESQUISA

A presente pesquisa possui caráter descritivo e quantitativo, além de intuito exploratório. De acordo com Gressler (2004), a pesquisa descritiva retrata, sistematicamente, fatos e características existentes em uma população específica ou área de interesse. A autora ainda reforça que o principal interesse desse tipo de pesquisa volta-se para o presente, consistindo em descobrir “O que é?”. São pesquisas que possuem número elevado de elementos, tendo poucas variáveis estudadas. Segundo a autora, “pesquisa descritiva não é uma mera tabulação de dados; requer um elemento interpretativo que se apresenta combinando, muitas vezes, comparação, contraste, mensuração, classificação, interpretação e avaliação”. (Gressler, 2004, p. 54).

Segundo Rampazzo (2005), na pesquisa descritiva os fatos ou fenômenos (variáveis) são observados, registrados, analisados e correlacionados sem, no entanto, serem manipulados. Para o autor, um fenômeno é o fato tal como é percebido por alguém, ou seja, os fatos acontecem na realidade, não se levando em consideração se há quem os conheça. Porém, quando há um observador, a percepção que ele possui do fato é o que se chama de fenômeno. Ainda segundo Rampazzo, na pesquisa descritiva, os fatos e fenômenos não sofrem a interferência do pesquisador.

Nesse sentido, esta pesquisa possui finalidade descritiva, pois propõe-se a descrever as características inerentes à uma população específica – equipes de fiscalização do CBMMS. Portanto, busca estabelecer a descrição do conjunto de variáveis que participam dos processos decisórios dessas unidades.

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa quantitativa possui raízes no pensamento lógico positivista, busca evidenciar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica, bem como as características mensuráveis da existência humana. Para Fonseca (2002), a pesquisa

quantitativa visa à objetividade, cujos resultados podem ser quantificados, uma vez que invoca a linguagem matemática a fim de descrever as origens de um fenômeno. O autor discorre que a realidade só pode ser assimilada tendo como base a análise de dados brutos, obtidos com a contribuição de instrumentos padronizados e neutros. Nesse tipo de pesquisa, as amostras usualmente são grandes e representam a população, assim, os resultados são tomados como se representassem um verdadeiro retrato da população alvo da pesquisa.

Assim, a abordagem da presente pesquisa é, essencialmente, quantitativa, uma vez que abrange todos os estágios de sua realização, com perspectiva principal na aplicação de técnicas, estatística e matemática, conforme detalhado nos tópicos posteriores.

Já o propósito exploratório deste trabalho decorre da tendência de crescimento em pesquisas nos campos da metodologia *DEA* e da medição do desempenho na Administração Pública, conforme mencionado no capítulo 2, as quais serviram de apoio à construção da proposta deste trabalho. Ainda assim, há muito a ser explorado em relação a problemas ou medição de desempenho na Gestão Pública.

De acordo com Ciribelli (2003), a pesquisa exploratória é o passo inicial de qualquer trabalho científico. Ela proporciona informações adicionais sobre o tema a ser abordado pelo pesquisador. Além de ajudá-lo a delimitar o tema, auxilia na definição dos objetivos, formulação das hipóteses e a encontrar um modo original de desenvolver o assunto. Ainda segundo o autor, “a Pesquisa Exploratória é condição *sine qua non* de qualquer tipo de Pesquisa Científica” (Ciribelli, 2003, p. 54).

Para Marconi e Lakatos (2003), pesquisas exploratórias são investigações de pesquisa empírica que possuem três finalidades: desenvolver hipóteses, elevar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, contribuindo com a maior precisão de pesquisas futuras, além de poder contribuir com o esclarecimento ou modificação de conceitos. Normalmente, são empregadas condutas sistemáticas para a obtenção de observações empíricas ou para as análises de dados (ou ambas, concomitantemente). Ainda segundo as autoras, para o estudo relativamente intensivo de um pequeno número de unidades, vários procedimentos de coleta de dados podem ser utilizados, tais como entrevistas, observações participantes, análises de conteúdo, dentre outros; no entanto, sem o emprego de técnicas probabilísticas de amostragem.

Em decorrência de um forte apelo à generalização observado na medição de desempenho organizacional, esta pesquisa seguiu a lógica indutiva. Segundo Marconi e Lakatos (2003), indução é um processo mental que parte de dados particulares, adequadamente

constatados, e infere uma verdade global ou universal, não pertencente às partes examinadas. Para os autores, as alegações indutivas conduzem a conclusões das quais o conteúdo é bem mais amplo quando comparado às premissas utilizadas como base.

Destarte, esta pesquisa sustentou-se no processo de medição de desempenho com base em comparações intraorganizacionais, procurando identificar e definir as melhores práticas de sucesso observadas nas unidades modelo de eficiência em gestão, para o conjunto examinado. É fato que tais práticas poderão ser convertidas em parâmetros gerais de apoio à tomada de decisão pelos gestores. A medição de desempenho das unidades analisadas apoiou-se na proposição de um cenário global ao alcance da máxima eficiência organizacional na execução do trabalho de fiscalização exercido pelo CBMMS.

3.2 FASES DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Esta seção busca descrever a estrutura de pesquisa adotada, por meio da apresentação da fundamentação teórica, baseada na descrição do objeto de estudo analisado, além dos procedimentos de coleta de dados e definição dos indicadores a serem utilizados na mensuração da eficiência. O presente tópico encerra-se descrevendo como foi aplicada a metodologia *DEA*.

3.2.1 Fundamentação teórica

De acordo com Espírito Santo (1992), a revisão de literatura é parte fundamental no processo de pesquisa. Ela está implícita no próprio caráter do conhecimento científico. Segundo o autor, uma nova pesquisa só terá significado universal como uma pequena adição aos trabalhos anteriores de outros pesquisadores. Cita o autor:

A revisão de literatura só é possível porque a maioria dos pesquisadores assenta as suas pesquisas nas pesquisas de outros. Dessarte, faz-se desnecessária uma revisão completa sobre um dado tópico ou problema. Até por que seria quase impossível fazê-la, pois a revisão completa de um simples tópico poderia envolver alguns milhares de trabalhos publicados e aproximadamente igual número de não-publicados (Espírito Santo, 1992, p. 81).

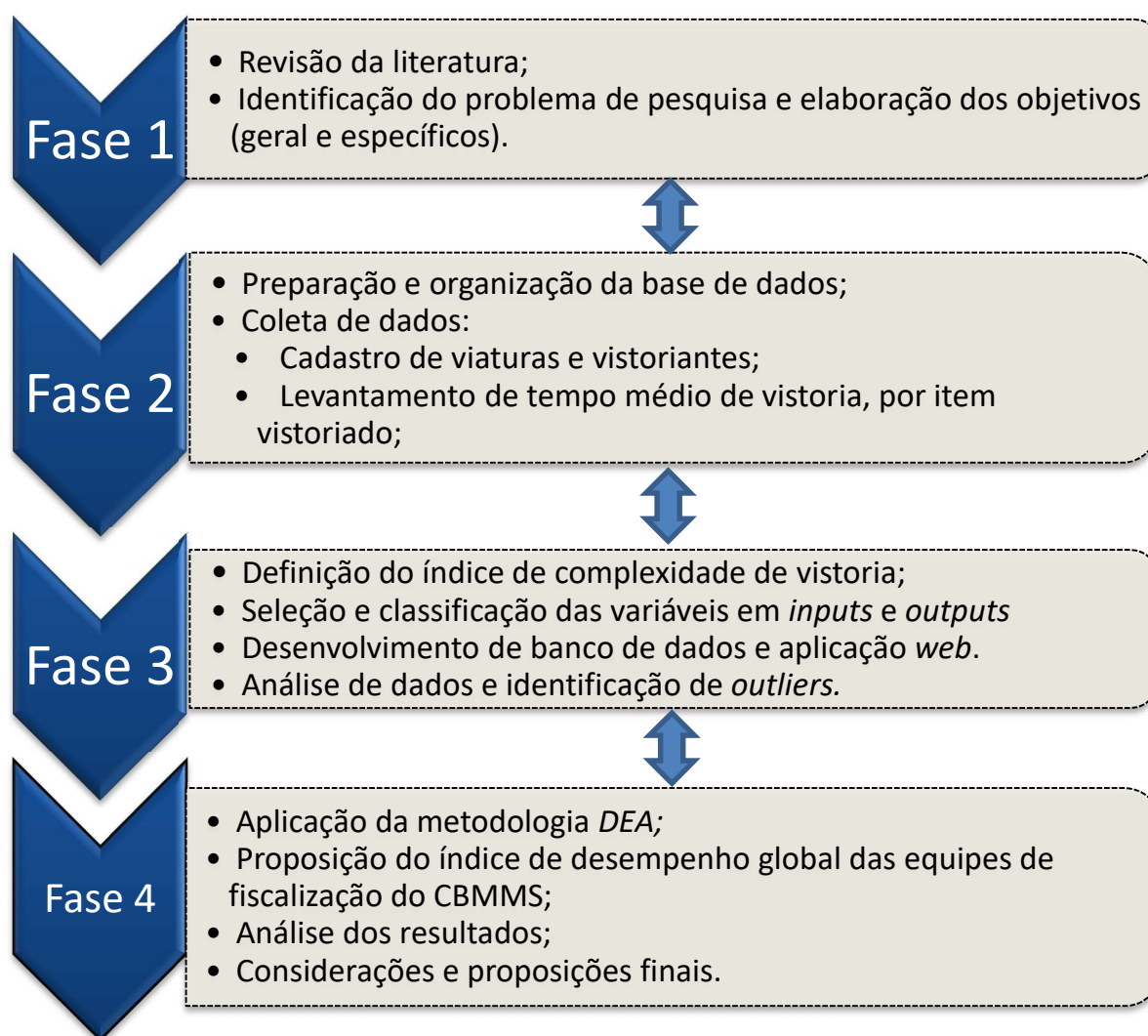
O autor ainda relata que um dos objetivos da revisão da literatura é desviar-se da duplicação de esforços. Além disso, ela permite constatar (quando for o caso), ainda na etapa de estudo do problema, se outros pesquisadores, alhures, já conseguiram as respostas desejadas. Uma melhor visão do problema será obtida com a leitura de outras pesquisas sobre

o mesmo assunto que o da pesquisa atual, bem como haverá mais segurança no que concerne à metodologia que se está empregando.

Para Ciribelli (2003), é na fase exploratória que o pesquisador executa a revisão da literatura, pois ele tem contato com aquilo que já foi escrito sobre o assunto a ser pesquisado, passando a ter compreensão do que já foi escrito sobre aquele dado tema. Nesse instante, detecta as lacunas e as opiniões divergentes localizadas nas diferentes leituras que desenvolve, podendo acrescentar algo de original ao seu objeto de estudo.

Como já mencionado no capítulo 2, para a consecução desta obra, vários trabalhos prévios que abordaram os assuntos presentes nesta pesquisa compuseram a revisão da literatura, intentando-se orientar por meio do método de revisão sistemática. Durante a pesquisa bibliográfica, buscou-se identificar prováveis lacunas, possibilitando-se, desta forma, a elaboração dos objetivos traçados para o presente trabalho.

Figura 11 – Fases do Desenvolvimento da Pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 11 ilustra as quatro etapas definidas para orientar o desdobramento desta tarefa, de modo que as áreas pontilhadas enfatizam e evidenciam as ações definidas a cada uma das fases.

Como dito na seção 1.4, cada uma das fases é individual, porém, interdependentes e complementares entre si, o que é reforçado pelas setas verticais com duplo sentido, as quais sugerem que, mesmo havendo uma ordem pré-definida das fases, o retorno a cada uma delas, quando pertinente, contribuiu e muito para o efetivo alcance do resultado final proposto.

3.2.2 Objeto de estudo

No presente estudo, estabeleceu-se a participação de quinze unidades tomadoras de decisão, todas localizadas no interior do estado. Essas unidades foram, nesta pesquisa, denominadas *inliers*. Outras seis *DMUs* foram desconsideradas da pesquisa por terem registrado, durante todo o período de análise, menos de trinta vitórias, quantitativo insuficiente para uma mensuração refinada da eficiência pura. Outras três unidades, instaladas em dois municípios, não tiveram interesse em registrar suas vitórias no aplicativo *web*, por motivos desconhecidos. Ainda assim, mais de 2000 vitórias foram analisadas, quantitativo plenamente suficiente para que os objetivos deste trabalho fossem alcançados. Considerando que a presente pesquisa teve suporte na exploração de técnicas de caráter estatístico e matemático, optou-se pelo período de cento e vinte dias corridos para se mensurar a eficiência das unidades analisadas, uma vez que a escolha de uma periodicidade maior tornaria o trabalho consideravelmente extenso, podendo incorrer na sua perda de foco. Entretanto, as coletas de dados e observações podem perdurar durante o tempo em que a direção superior da corporação considerar relevante.

Não obstante o modelo BCC admita a análise de *DMUs* com portes diferentes, tem-se que as SATs se diferenciam ainda quanto à gestão, número de servidores, região e demanda atendida. Assim, foi decidido não restringir o recorte deste trabalho especificamente em função de apenas uma dessas características. Diante disso adotou-se, enquanto objeto de estudo, o universo formado pelas SATs do CBMMS subordinadas a um único comando geral da corporação. Tem-se, nesta composição, um conjunto de organizações que, independentemente das características mencionadas, foram analisadas a partir dos mesmos indicadores de desempenho.

3.2.3 Coleta de dados

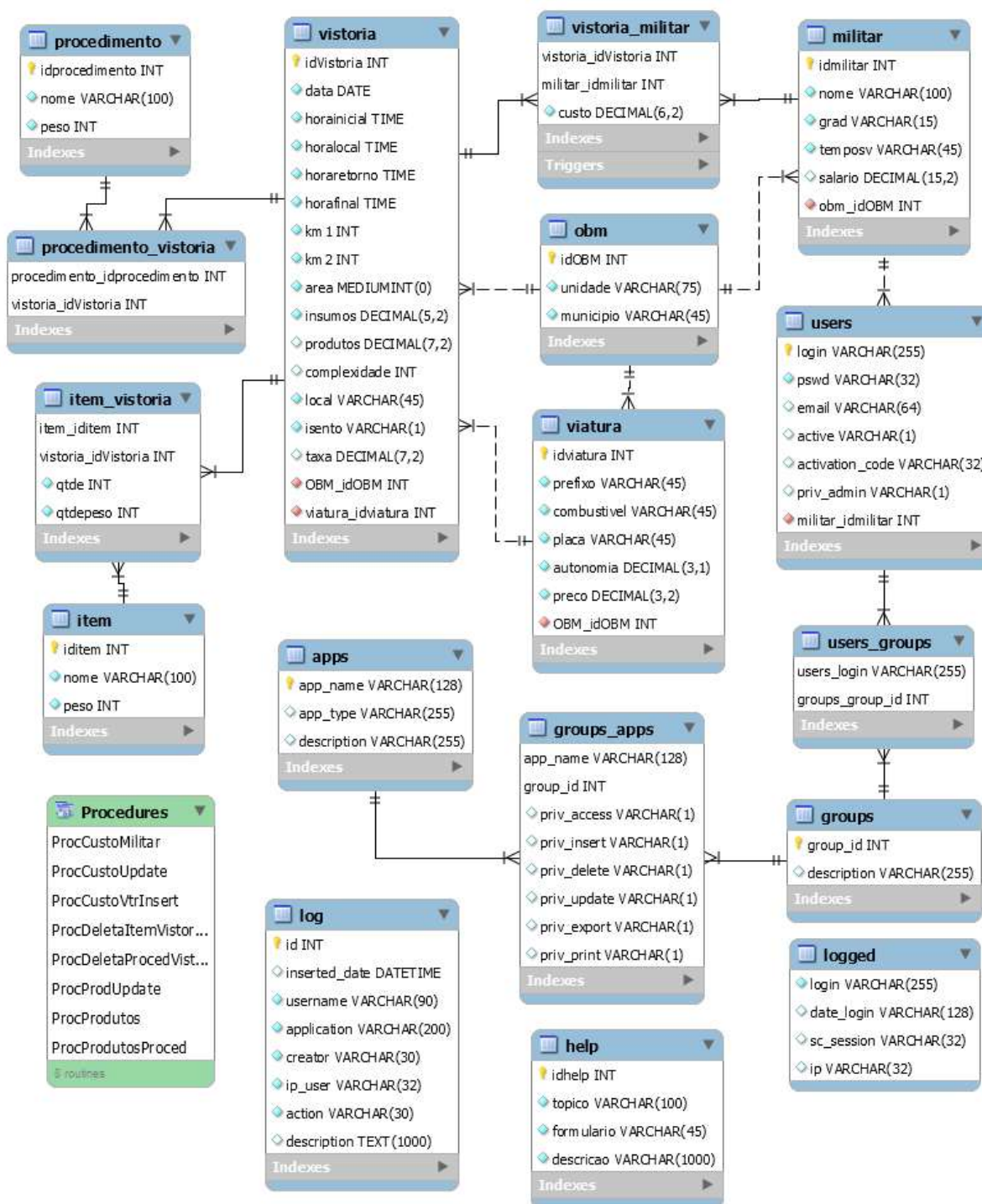
Por se tratar de uma organização governamental, de caráter militar, foi encaminhada ao Diretor de Atividades Técnicas da corporação uma solicitação de autorização e apoio para a coleta dos dados em todas as SATs da instituição (Apêndice A). Nessa solicitação, foram encaminhados dois links com questionários para preenchimento das informações relativas às viaturas (Apêndice B), vistoriantes e tempo de vistoria de cada um dos itens passíveis de vistoria, previstos pela lei estadual 4.335/2013 (Apêndice C). Como será melhor explicitado no próximo capítulo, esses tempos foram preponderantes para a definição do índice de complexidade de cada vistoria.

Uma vez autorizado o procedimento de coleta de dados, coube àquela Diretoria encaminhar os links às unidades analisadas, os quais foram devidamente respondidos por 100% das SATs.

Para que pudessem ser analisados os insumos utilizados para a realização dos serviços de vistoria, no que concerne às informações das viaturas utilizadas nesse processo, foram obtidos dados referentes à quantidade disponível por cada *DMU*, identificação e autonomia. Para a mensuração do custo do combustível utilizado, foi encaminhada uma solicitação à Diretoria de Apoio Logístico do CBMMS, indagando sobre o valor do litro pago pelo governo estadual à empresa fornecedora (Apêndice D). Já as informações referentes aos vistoriantes permitiram identificar a unidade de lotação, graduação, nome e o tempo de serviço de cada militar utilizado no serviço de vistoria. Com base nessas informações, complementadas com os dados obtidos no portal da transparência do estado de Mato Grosso do Sul, chegou-se ao salário líquido de cada vistoriante e, conseqüentemente, ao valor da hora trabalhada.

O banco de dados foi modelado sob a metodologia relacional. O *software* utilizado foi o *MySQL Workbench*, versão 6.3.10. A Figura 12 ilustra o Diagrama Entidade Relacionamento da base de dados. Como pode ser observado, durante o desenvolvimento do banco, houve a preocupação inerente à segurança de dados, especialmente em relação ao armazenamento dos logs de ações executadas por cada usuário, de modo a manter a consistência e integridade da base de dados.

Figura 12 – Diagrama Entidade Relacionamento da Base de Dados.



Fonte: Elaboração própria.

Para cada vistoria executada no período de estudo foram coletados a área construída vistoriada, o tempo da vistoria (descontado o tempo de deslocamento até o local), qual viatura foi utilizada e a distância percorrida por ela para a prestação do serviço. Para a obtenção desses dados, decidiu-se pelo desenvolvimento de um aplicativo *web* que possibilitasse aos

vistoriantes registrarem cada vistoria realizada. Para tanto, utilizou-se a linguagem de programação PHP, banco de dados MariaDB e para administração e manutenção do banco de dados, foi utilizado o *software* DBeaver, versão 6.0.5, todas essas tecnologias gratuitas disponíveis para download na internet. A aplicação foi hospedada em um servidor privado, ao custo de R\$ 25,00 mensais, durante seis meses. Foi registrado o domínio www.vistoriaeficiente.com, ao custo anual de R\$ 7,72. Também foi registrado o subdomínio www.homologacao.vistoriaeficiente.com, ambiente que propiciou aos vistoriantes executar a aplicação em modo de treinamento. O Apêndice E traz as principais telas do aplicativo de coleta de dados utilizado na pesquisa.

No aplicativo foram previamente cadastrados, a partir dos questionários respondidos e da consulta ao site da transparência estadual, as *DMUs*, viaturas, servidores e seus salários.

3.2.4 Definição dos indicadores a serem utilizados na mensuração da eficiência

Conforme o Guia Referencial de Medição do Desempenho, do Ministério do Planejamento, e como já abordado na seção 2.2.2, a construção de indicadores de desempenho percorre um conjunto de seis etapas e dez passos, de modo a assegurar a coerência da formulação e implantação dos indicadores que se almeja construir.

Nesse sentido, buscou-se seguir os passos propostos em cada uma das seis etapas, os quais compuseram as fases de desenvolvimento desta pesquisa.

Etapa 1 – O que mensurar?

- **Passo 1: Identificar o nível, dimensão, subdimensão e objetos de mensuração.**

A Tabela 5 detalha as identificações sugeridas pelo Passo 1:

Tabela 5 – Elementos componentes da Etapa 1, Passo 1 – O que mensurar?

<i>Nível</i>	<i>Dimensão</i>	<i>Subdimensão</i>	<i>Objetos de mensuração</i>
Nano unidade	Eficiência das ações de vistoria	Produtividade	Custo por vistoria
		Tempo	Nível de complexidade e tempo de execução da vistoria
		Utilização de recursos	Custo com viatura; custo com servidores.

Fonte: Elaboração própria.

Etapa 2 – Como mensurar?

- **Passo 2: Estabelecimento de indicadores.**

Como a presente pesquisa utilizou a metodologia *DEA* para medir a eficiência das equipes de fiscalização do CBMMS, definiu-se que a combinação das variáveis existentes no processo de vistoria formaria os indicadores, ou seja, os insumos (*inputs*) e os produtos (*outputs*) da vistoria. Com base nesses valores, a própria metodologia determinou o grau de eficiência das *DMUs*. Em conformidade com as técnicas fixadas pelo modelo *DEA* na seleção das variáveis, dois procedimentos são os mais pertinentes (MELO JUNIOR, 2005): o primeiro emprega a opinião do(s) interessado(s) ou especialista(s), que leva em conta o quanto essa variável retém uma informação considerada necessária e que não esteja inclusa em outra variável, se seus dados são fiáveis e seguros, se ela possui relação ou contribui para os intuítos da aplicação e, por fim, se a mesma explica a eficiência dos vistoriantes. Já o segundo procedimento utiliza uma análise de correlação. No presente trabalho levou-se em consideração a opinião dos técnicos e especialistas ligados à atividade, no caso, os vistoriantes, uma vez que os mesmos têm uma noção mais adequada das variáveis que de fato influenciam e estipulam a melhor maneira para se avaliar os níveis de eficiência técnica e de produtividade das equipes de vistoria. Destarte, para se chegar à composição dos indicadores, selecionou-se, ouvidos os vistoriantes, um conjunto de variáveis que ostentassem as informações relevantes para a adequada definição desses insumos e produtos. Foram elas:

- a) salário líquido (SL) do servidor;
- b) tempo da vistoria (TV), em minutos;
- c) tempo gasto (TG), em minutos, que se refere ao tempo de deslocamento (ida e volta) para o local da vistoria, somado ao TV.
- d) quilômetros rodados (KM). Computados do início do deslocamento para se chegar ao local da vistoria até o retorno à unidade ou o início de novo deslocamento para nova vistoria;
- e) valor do combustível (VC) utilizado pelas viaturas;
- f) dias úteis (DU) no mês;
- g) autonomia da viatura (AT), ou seja, quantos quilômetros a viatura percorre com um litro de combustível;
- h) tempo estimado para vistoriar cada dispositivo de segurança;
- i) área vistoriada (AV), em m².

- **Passo 3: Validar preliminarmente os indicadores com as partes interessadas.**

A validação preliminar dos indicadores foi executada presencialmente com os vistoriantes da SAT do 2º GBM, uma das maiores *DMUs* em número de vistoriantes e a unidade com maior número de atendimentos no interior do estado, situada no município de Dourados-MS. Além disso, servidores de todas as unidades do estado estimaram, através de questionário *on-line* (Apêndice C), o tempo de vistoria de cada um dos itens passíveis de vistoria, o qual foi utilizado como variável na definição do índice de complexidade de vistoria, conforme será apresentado no Passo 4.

Para a seleção das variáveis e, conseqüentemente, dos indicadores, levaram-se em conta alguns critérios, tais como: simplicidade, clareza e seletividade, rastreabilidade, representatividade e acessibilidade, comparabilidade e estabilidade, conforme recomendações contidas no Guia Referencial. Importante salientar que, conforme apontado por (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011), não existe um guia padrão para orientar tal processo de seleção.

- **Passo 4: Construir fórmulas, estabelecer metas e notas.**

Como relatado no Passo 3, optou-se pela construção de dois indicadores, os *inputs* ou insumos e os *outputs* ou produtos das vistorias. Cada um desses indicadores foi definido por uma fórmula, implementada no código fonte da aplicação *web*, o que levou a um valor decimal positivo, que por sua vez foi utilizado pelos cálculos estatísticos do modelo *DEA*.

Os *inputs* foram definidos como o somatório dos custos do servidor vistoriante (CS) e da viatura (CVTR), determinados por:

$$CS = \frac{SL \times TG}{DU \times 360} \quad (32)$$

$$e \quad CVTR = \frac{KM}{AT} \times VC \quad (33)$$

Como: $Insumos = \sum CS + CVTR$ temos que:

$$Insumos = \frac{SL \times TG}{DU \times 360} + \frac{KM}{AT} \times VC \quad (34)$$

Já os *outputs* foram definidos como o produto entre a área vistoriada e a complexidade da vistoria (CV), dividido pelo tempo de vistoria (TV):

$$Produtos = \frac{AV \times CV}{TV} \quad (35)$$

A complexidade da vistoria foi definida com base na estimativa de tempo necessário para vistoriar uma unidade de cada item passível de vistoria, informada pelos próprios vistoriantes em questionário *on-line* (Apêndice C). Atribuiu-se um peso de 1 a 6, de acordo com o tempo de vistoria. Esse valor foi multiplicado pela quantidade vistoriada desse mesmo item. Ao final, foram somados todos os itens vistoriados, chegando-se então à complexidade da vistoria (CV). Cada item recebeu os seguintes pesos:

- **Até 5 minutos: peso 1:**

Acesso de viaturas na edificação, extintores de incêndio, controle de materiais de acabamento e revestimento, iluminação de emergência, isolamento de risco e sinalização de emergência.

- **Acima de 5, até 10 minutos: peso 2:**

Alarme de incêndio, compartimentação, plano de emergência, saída de emergência vertical (escada não enclausurada), saída de emergência vertical (escada protegida), saídas de emergência horizontal, SPDA e notificação.

- **Acima de 10, até 15 minutos: peso 3:**

Hidrantes e mangotinhos e sistema fixo de gases limpos e CO₂.

- **Acima de 15, até 20 minutos: peso 4:**

Brigada de incêndio, brigada profissional, detecção automática de incêndio, escadas pressurizadas, controle de fumaça, sistema de resfriamento com espuma e saída de emergência vertical (escada a prova de fumaça).

- **Acima de 20, até 30 minutos: peso 5:**

Apreensão de produtos, materiais e equipamentos, cassação do CVCBM (Certificado de Vistoria do Corpo de Bombeiros Militar), embargo e expedição de multa.

- **Acima de 30 minutos: peso 6:**

Chuveiros automáticos e interdição total ou parcial do estabelecimento, da atividade ou do empreendimento.

Exemplificando a metodologia adotada, a Tabela 6 ilustra o cálculo dos indicadores escolhidos (*inputs* e *outputs*), para uma suposta vistoria. No exemplo hipotético, uma equipe com dois vistoriantes, sendo um 1º sargento (1º SGT) e um cabo (CB) deslocaram-se a uma empresa distante vinte quilômetros da unidade de bombeiros, utilizando-se de uma viatura cuja autonomia é de dez quilômetros por litro de combustível, o qual teve um custo de R\$ 4,69 ao estado. O tempo de vistoria foi de quarenta minutos. O tempo total gasto, da saída ao retorno da unidade, além do tempo de vistoria foi de uma hora e dez minutos. A vistoria ocorreu no mês de setembro de dois mil e dezoito, que possui dezenove dias úteis. A área construída vistoriada foi de 950 m². Findada a vistoria, retornaram à unidade pelo mesmo caminho de ida.

Foram vistoriados os seguintes itens que, acompanhados de suas respectivas quantidades e pesos, definiram o índice de complexidade da vistoria: um acesso de viaturas na edificação (1 x 1 = 1), cinco ambientes com seus controles de materiais de acabamento e revestimento (5 x 1 = 5), vinte e cinco extintores de incêndio (25 x 1 = 25), dez iluminações de emergência (10 x 1 = 10), quinze sinalizações de emergência (15 x 1 = 15), um alarme de incêndio (1 x 2 = 2), um plano de emergência (1 x 2 = 2), quatro saídas de emergência horizontal (4 x 2 = 8), um SPDA (1 x 2 = 2), oito hidrantes (8 x 3 = 24) e uma brigada profissional (1 x 4 = 4). O estabelecimento foi multado por não possuir CVCBM (1 x 5 = 5) e notificado para se adequar às normas (1 x 2 = 2). Dessa forma, o índice de complexidade totalizou **105**.

Tabela 6 – Exemplificação da Formulação dos Indicadores

Cálculo dos insumos					
Custo dos servidores					
Variáveis	SL (R\$)	TG (min)	DU (dias)	Fórmula do custo	Custo (R\$)
Custo do 1º SGT	6.951,67	70	19	$\frac{SL \times TG}{DU \times 360}$	$\frac{6.951,67 \times 70}{19 \times 360} = 71,14$
Custo do CB	4.308,16				$\frac{4.308,16 \times 70}{19 \times 360} = 44,09$
Custo da viatura					
Variáveis	KM	AT (km/L)	VC (R\$)	Fórmula do custo	Custo (R\$)
Valores	40	10	5,00	$\frac{KM}{AT} \times VC$	20,00

Cálculo dos insumos					
Variáveis	Custo dos servidores (R\$)	Custo da viatura (R\$)	Fórmula	Total dos insumos (R\$)	
Valores	$71,14 + 44,09 = 115,23$	20,00	$\sum CS + CC$	$115,23 + 20,00 = 135,23$	
Cálculo do produto					
Variáveis	AV (m ²)	CV	TV (min)	Fórmula	Produto
Valores	950	105	40	$\frac{AV \times CV}{TV}$	2.493,75

Fonte: Elaboração própria.

Conforme descrito na seção 2.3, as metas de cada *DMU* foram definidas pela própria metodologia *DEA*. Dessa forma, essas foram estipuladas após a aplicação da metodologia sobre os dados analisados no período em estudo. Conseqüentemente, decidiu-se pela não atribuição de notas aos valores obtidos.

Importante frisar que a identificação das variáveis e suas classificações em entradas e saídas, assim como o processo de construção dos índices de desempenho global, baseou-se na opinião e experiência do pesquisador, somados às contribuições de todos os vistoriantes do CBMMS, por meio de questionário *on-line* e validação presencial.

Ressalte-se ainda que os *inputs* podem ser relacionados aos conceitos inerentes aos fatores de produção, provenientes da macroeconomia, os quais segundo Kates (2017) podem ser classificados por categorias: mão de obra, capital e materiais. Para tal, considera-se o processo produtivo: o primeiro critério concerne às habilidades da força de trabalho; o segundo relaciona-se a produtos acabados provenientes de novos processos de produção e, finalmente, o último envolve a utilização de recursos naturais.

Etapa 3 – Coleta de informações

- **Passo 5: Definir os responsáveis.**

Propõe-se que, idealmente, a responsabilidade pela produção e disseminação dos resultados obtidos deva ser da DAT/CBMMS, justamente por ser o setor a quem compete a fiscalização das atividades desenvolvidas pelas SATs. A periodicidade poderá ficar a critério daquela Diretoria ou do Comando Geral da corporação, porém, sugere-se que seja mensal.

- **Passo 6: Gerar o sistema de coleta de dados.**

O sistema de coleta de dados é um dos itens mais importantes do presente trabalho. Trata-se de um *software web* que esteve disponível em período integral para preenchimento dos dados relativos a cada uma das vistorias efetuadas pelos militares do CBMMS.

- **Passo 7: Ponderação e validação final dos indicadores com as partes interessadas.**

Os indicadores foram ponderados e validados presencialmente com os vistoriantes da SAT do 2º GBM, no município de Dourados. Conforme já descrito, pesos foram atribuídos às variáveis que compuseram o índice de complexidade, tendo como base o questionário *on-line* (Apêndice C) respondido por cinquenta e dois servidores que estimaram o tempo de vistoria de cada um dos itens passíveis de serem vistoriados.

Etapa 4 – Mensuração.

- **Passo 8: Mensurar o desempenho.**

Conforme descrito na seção 2.3, a mensuração do desempenho foi definida pela metodologia *DEA*, tendo sido estipulada após a aplicação da técnica sobre os dados analisados no período de estudo, a qual será detalhada na próxima seção.

Etapa 5 – Análise.

- **Passo 9: Analisar e interpretar os indicadores.**

Os resultados desta pesquisa serão apresentados ao Comando Geral da corporação, ao qual serão apresentados a metodologia adotada, a adoção dos indicadores e outros dados necessários para a compreensão da ferramenta.

Etapa 6 – Comunicação.

- **Passo 10: Comunicação do desempenho.**

Em caso de adoção permanente da metodologia, sugere-se que o desempenho seja divulgado mensalmente, por meio de relatórios a serem produzidos e enviados a cada uma das *DMUs*. Para tanto, podem ser utilizados painéis de controle dentro da própria ferramenta da metodologia *DEA*.

3.2.5. Identificação de *outliers*

Os critérios utilizados na presente pesquisa para a seleção das variáveis de entrada e saída do modelo BCC foram estabelecidos buscando-se garantir a confiabilidade dos dados, ou seja, a obtenção de resultados consistentes. Dessa forma, precedendo a aplicação da

metodologia *DEA*, houve um processo preparatório de organização dos dados coletados pelos questionários respondidos e pelo sistema desenvolvido pelo pesquisador, conforme apresentados nos tópicos “3.2.2 Objeto de estudo” e “3.2.3 Coleta de dados”. Assim, objetivando-se garantir maior acuraria às análises, foram avaliados os dados informados, de modo a evidenciar possíveis falhas e organizá-los, da melhor maneira, para a aplicação da técnica, ou seja, tornando-os apropriados ao uso do modelo. Anteriormente à aplicação das técnicas de identificação de *outliers*, o pesquisador buscou e identificou inúmeras discrepâncias nos dados coletados no sistema *web*. A partir de então, efetuou contato via e-mail com cada vistoriante responsável pela vistoria, no intuito de revisar, ou mesmo reparar, possíveis erros de preenchimento de dados. Somente a partir dessas correções e com o intuito de refinar ainda mais o processo de avaliação da eficiência das equipes de vistorias do CBMMS, foram identificados prováveis *outliers*, decidindo-se pela eliminação desses valores da amostra. Para tanto e acatando-se a sugestão proposta por Seo (2006, p. 37), conforme já detalhada na Seção 2.4.1, optou-se pela utilização do método Boxplot Ajustado. Todos os cálculos necessários para a identificação dos *outliers* foram efetuados na ferramenta Microsoft® Excel, versão *Professional Plus* 2016.

Para finalizar os procedimentos metodológicos definidos para esta pesquisa, o próximo tópico relata como os dados coletados e analisados, bem como as variáveis supracitadas foram utilizados para a análise de desempenho das SATs do CBMMS. Nesse sentido, trata-se da etapa mais importante na tentativa de trazer as respostas necessárias para o cumprimento do objetivo proposto, por meio do alinhamento entre modelo, matemática e estatística.

3.2.6. Aplicação da metodologia *DEA*

Importante frisar a originalidade deste trabalho para os cenários setor público brasileiro de segurança pública e academia, de modo geral: o uso de uma técnica consolidada de análise de desempenho (*DEA*), neste caso aplicada à medição de desempenho organizacional do CBMMS. Além disso, deve-se salientar o uso de técnicas de estatística multivariada, representadas pela análise de agrupamentos e descritivas complementares, de maneira a se obter um trabalho robusto em relação à exploração de técnicas de apoio a processos de tomada de decisão (Peixoto, 2016). Ademais, faz-se inédita a sucessão e a forma como o tema, formado por objeto de estudo e técnicas, foi estabelecido, gerando-se um cenário meticuloso à medição do desempenho em organizações públicas, especificamente, no CBMMS.

Nesse sentido, encerrou-se a cooperação inédita deste trabalho, a partir do instante em que buscou distinguir-se das aplicações tradicionais encontradas na literatura, referentes à análise multivariada, mas especialmente em relação à técnica matemática, que se baseia, essencialmente, na análise da eficiência por intermédio do suporte em indicadores de desempenho e estabelecimento de variáveis aleatórias de entrada e saída.

Esta pesquisa vai além, haja vista que a eficiência pôde ser mensurada considerando-se índices de desempenho global constituídos por um conjunto de variáveis, nas condições de *inputs* e *outputs*.

Como já supracitado, para a obtenção do índice de eficiência técnica pura foi utilizada a técnica não-paramétrica de Análise Envoltória de Dados. Essa metodologia permite a adequação das análises de acordo com as particularidades do cenário estudado, por meio das opções radial ou não radial, com retornos variáveis ou constantes de escala e orientadas para o *input*, para o *output* ou para o *input/output*, simultaneamente. Definir quais opções utilizar “depende dos dados disponíveis e da sensibilidade do decisor, o qual deverá ser capaz de escolher aquela que traduza a realidade dos dados em termos de insumos e produtos” (Melo Junior, 2005, p. 59). Nesse sentido, optou-se por apresentar, nesta pesquisa, os índices de eficiência originados por três modelos, todos sustentados no modelo BCC (com retornos variáveis de escala), dois deles radiais, um orientado para o insumo e outro para o produto, e um derivado do modelo completo não radial *RAM*, ou Medida Ajustada por Amplitude, orientado para o *input/output*, de modo simultâneo. Desta forma, fica a critério dos gestores de cada *DMU* estabelecer as melhores práticas para se enfatizar o aumento da produção, a diminuição do consumo, ou ambos. Desse modo, não se espera que os *inputs* consumidos pelas *DMUs* sejam apenas diminuídos, mas principalmente que os *outputs* gerados por elas, na forma de vitorias técnicas, sejam maximizados, representando um melhor atendimento à população.

Outro preceito da *DEA* e que foi respeitado na sua adoção refere-se ao número de *inputs* e *outputs* em função da quantidade de *DMUs* analisadas. Para que a metodologia de análise envoltória de dados seja capaz de distinguir entre unidades eficientes e ineficientes, é importante que o número de *DMUs* determinadas para análise represente, ao menos, o triplo das variáveis de entrada e saída, somadas (Banker, Charnes, & Cooper, 1984), tendo como resultante, nesta pesquisa, um valor mínimo de seis. Assim, a adesão à metodologia *DEA* justificou-se em função da existência de unidades autônomas e homogêneas de tomada de decisão (*DMUs*), representadas por uma amostra composta por quinze unidades do CBMMS responsáveis por vitorias no interior do estado de MS. Finalmente, para a aplicação da *DEA*

foi utilizado um *software* específico de programação linear, o *DEA-SAED: Software de Análise de Envoltória de Dados*, desenvolvido e disponibilizado para uso livre por Douglas Fukunaga Surco.

DEA-SAED foi programado na plataforma Windows usando a linguagem *Visual Basic* e a biblioteca *Lp_solve*. *Visual Basic* e *Lp_solve* são interligados através da tecnologia *Dynamic Link Library-DLL* (Biblioteca de Ligação Dinâmica). Esta *DLL* contém códigos para solucionar problemas de programação matemática (Surco, 2004, p. 12).

De acordo com o desenvolvedor, o algoritmo desse *software* segue os seguintes passos (Surco, 2004):

- 1) De início ocorre a leitura de dados, os quais podem estar armazenados em arquivos com extensão *DEA*, ou importados de arquivos com a extensão *txt* ou *xls*, ou ainda podendo ser digitados no ato da execução. Neste trabalho, optou-se pela utilização de um arquivo do tipo *txt*, gerado pelo *software* de vistorias. O programa *DEA-SAED* passa então a analisar a coerência dos dados, alertando o usuário se houver erros (insumos e/ou produtos negativos ou uma coluna ou linha nula).
- 2) Por meio do menu de opções do *DEA-SAED*, o usuário escolhe o modelo a ser utilizado na análise: se radial ou não radial, orientado ao insumo ou produto, se com retornos constantes ou variáveis de escala, crescentes ou decrescentes, completa, com restrição aos pesos ou então com variáveis não controláveis.
- 3) Para cada *DMU*, *DEA-SAED* escreve um PPL em formato texto, cujas soluções ótimas são determinadas pelo *Lp_solve*. Em seguida *DEA-SAED* recupera os resultados do *Lp_solve* e os armazena numa matriz.
- 4) Por derradeiro são apresentados resultados e fornecidas opções de manipulação dos resultados tais como ordenamento, cálculo das eficiências cruzadas, projeções e gráficos.

Conforme supracitado, os dados extraídos da base de dados do sistema de vistorias foram exportados em um arquivo *txt* e importados pelo *DEA-SAED*, o qual realizou os cálculos necessários para que se chegasse ao índice de eficiência de cada uma das *DMUs* analisadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo colige os resultados alcançados, de acordo com os objetivos pautados para este trabalho, sob a orientação de quatro fases previamente estabelecidas à sua realização. Para isso, são apresentados os resultados referentes à maior contribuição metodológica deste trabalho, ou seja, a execução da técnica matemática de análise envoltória de dados. Um comparativo entre os escores obtidos para as SATs/CBMMS, por meio do modelo, é apresentado ao longo deste capítulo.

Como descrito na metodologia deste trabalho, a utilização do modelo *DEA* requer que a seleção das *DMUs* considere a homogeneidade entre elas, o que é plenamente atendido uma vez que todas as SATs realizam as mesmas tarefas, utilizando-se dos mesmos *inputs* que resultam nos mesmos *outputs* (vitorias técnicas), diferenciando-se apenas no tocante à intensidade ou magnitude das vitorias.

Em relação aos questionários encaminhados a cada unidade de produção, houve quarenta e seis respostas referentes às viaturas e sessenta e seis servidores repassaram informações acerca dos vistoriantes e tempos de vistoria, sendo eles: um 1º tenente, dois 2º tenentes, doze subtenentes, vinte e três 1º sargentos, quatro 2º sargentos, três 3º sargentos, treze cabos e oito soldados. Desses funcionários, 10,6% possuem até cinco anos de serviço, 12,1% de cinco a dez anos, 25,8% de dez a quinze anos, 3% de quinze a vinte anos, 45,5% de vinte a vinte e cinco anos, 1,5% possui de vinte e cinco a trinta anos e o mesmo percentual representa aquele que possui mais de trinta anos de serviço.

A Tabela 7 apresenta o mapeamento de cada uma das *DMUs* analisadas, de acordo com as respostas obtidas por meio dos questionários. Entre outras informações, foi possível obter o número de vistoriantes lotados nas *DMUs* e o número de viaturas disponíveis para a realização das vitorias.

Tabela 7 – Identificação das *DMUs*

<i>DMU</i>	Município	Nº de vistoriantes	Nº de viaturas
1º GBM*	Campo Grande	08	03
2º GBM	Dourados	05	02
3º GBM	Corumbá	02	01
4º GBM	Ponta Porã	05	02
5º GBM	Três Lagoas	04	04
6º GBM*	Campo Grande	04	03
1º SGBM/Ind*	Aquidauana	02	01

2° SGBM/Ind	Jardim	03	02
3° SGBM/Ind	Nova Andradina	02	01
4° SGBM/Ind	Paranaíba	02	02
5° SGBM/Ind	Coxim	02	01
6° SGBM/Ind	Naviraí	03	03
7° SGBM/Ind	Chapadão do Sul	02	01
9° SGBM/Ind	Caarapó	01	01
10° SGBM/Ind*	Fátima do Sul	02	01
11° SGBM/Ind	Ivinhema	02	01
12° SGBM/Ind	Mundo Novo	02	03
13° SGBM/Ind	Maracaju	02	02
14° SGBM/Ind*	Porto Murtinho	01	01
15° SGBM/Ind*	Aparecida do Taboado	01	02
16° SGBM/Ind*	Amambai	01	03
17° SGBM/Ind*	Bataguassu	01	06
18° SGBM/Ind	Sidrolândia	03	01
19° SGBM/Ind	Costa Rica	02	02

* DMUs que foram excluídas da mensuração da eficiência, pelos motivos já explanados na seção 3.2.2.

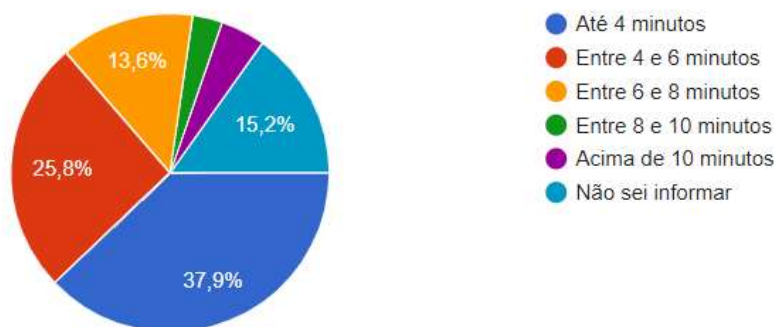
Fonte: Elaboração própria

As Figuras 13 a 35 ilustram o tempo aproximado necessário para cada item passível de vistoria. Já as Figuras 36 a 41 apresentam o tempo aproximado necessário para cada procedimento administrativo que pode ser realizado no local da vistoria. Os dados foram fornecidos pelos próprios vistoriantes de toda a corporação, por meio de respostas ao questionário constante no Apêndice C.

Figura 13 – Tempo de vistoria para acesso de viaturas em edificações.

Tempo por cada acesso de viatura:

66 respostas

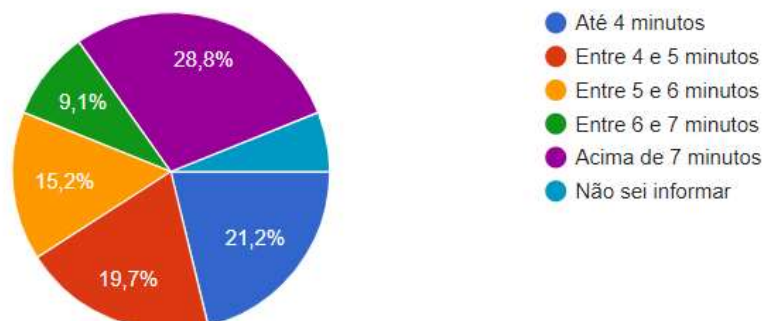


Fonte: Elaboração própria.

Figura 14 – Tempo de vistoria para um sistema completo de alarme de incêndio.

Tempo por alarme de incêndio:

66 respostas

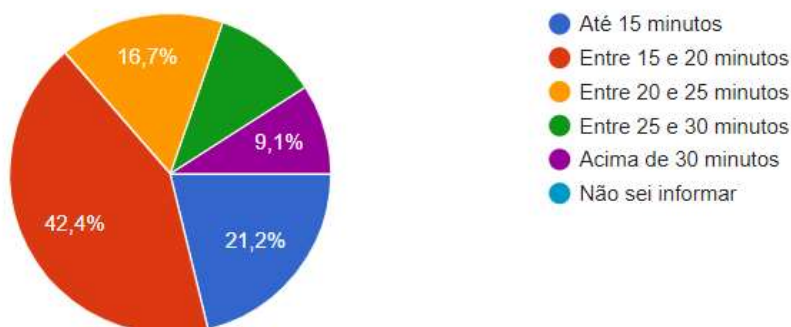


Fonte: Elaboração própria.

Figura 15 – Tempo de vistoria para brigada de incêndio.

Tempo por brigada de incêndio:

66 respostas

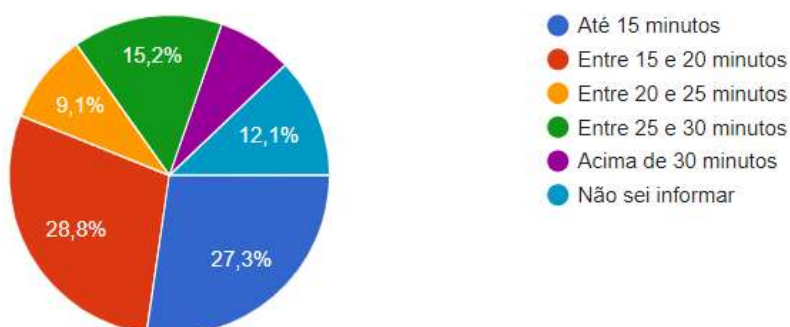


Fonte: Elaboração própria.

Figura 16 – Tempo de vistoria para brigada de incêndio profissional.

Tempo por brigada profissional:

66 respostas

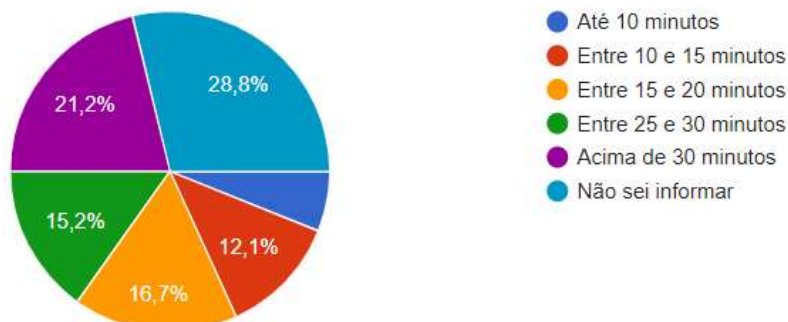


Fonte: Elaboração própria.

Figura 17 – Tempo de vistoria para um sistema de chuveiros automáticos.

Tempo total do sistema:

66 respostas

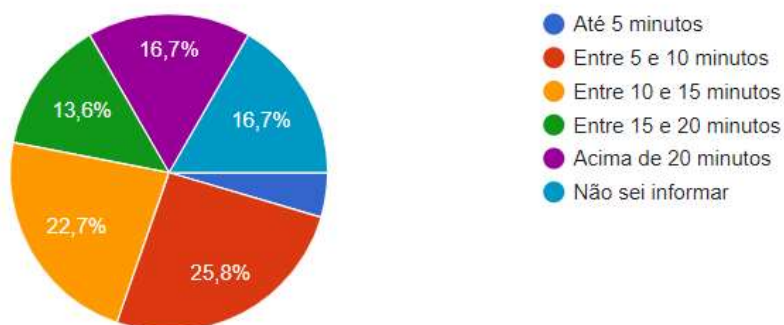


Fonte: Elaboração própria.

Figura 18 – Tempo de vistoria para compartimentação de área.

Tempo total para cada compartimentação:

66 respostas

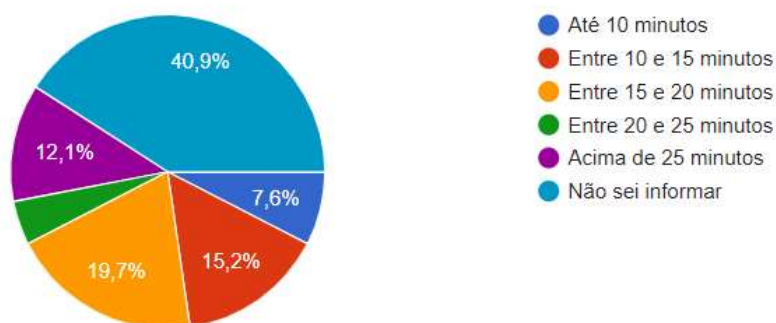


Fonte: Elaboração própria.

Figura 19 – Tempo de vistoria para um sistema de controle de fumaça.

Tempo total do sistema

66 respostas

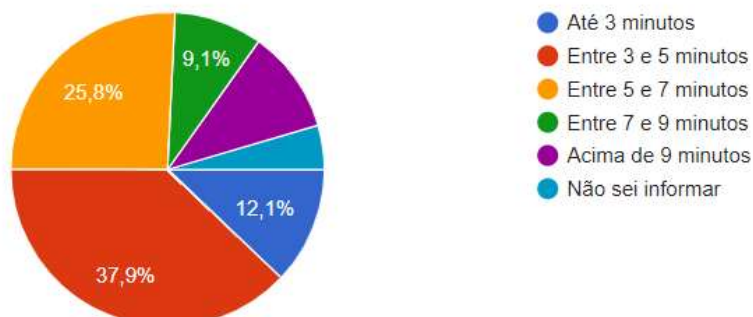


Fonte: Elaboração própria.

Figura 20 – Tempo para controle de materiais de acabamento e revestimento.

Tempo total para cada 100m²

66 respostas

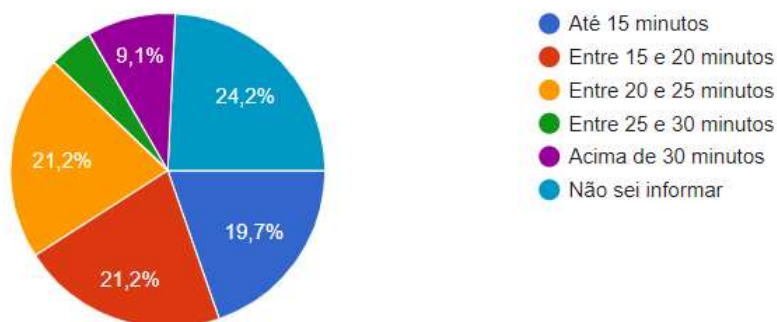


Fonte: Elaboração própria.

Figura 21 – Tempo para um sistema de detecção automática de incêndio.

Tempo total do sistema

66 respostas

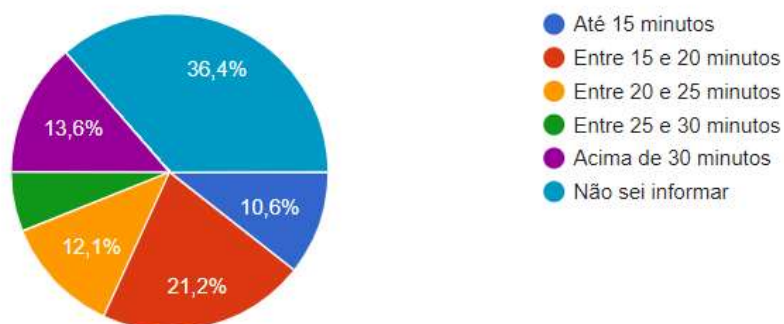


Fonte: Elaboração própria.

Figura 22 – Tempo de vistoria para um sistema de escadas pressurizadas.

Tempo total do sistema

66 respostas

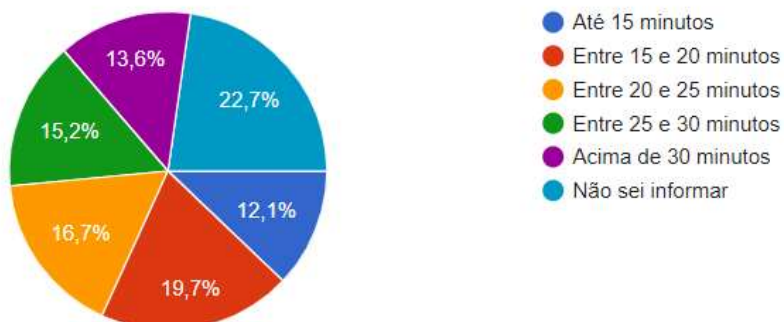


Fonte: Elaboração própria.

Figura 23 – Tempo de vistoria para um sistema de resfriamento com espuma.

Tempo total do sistema

66 respostas

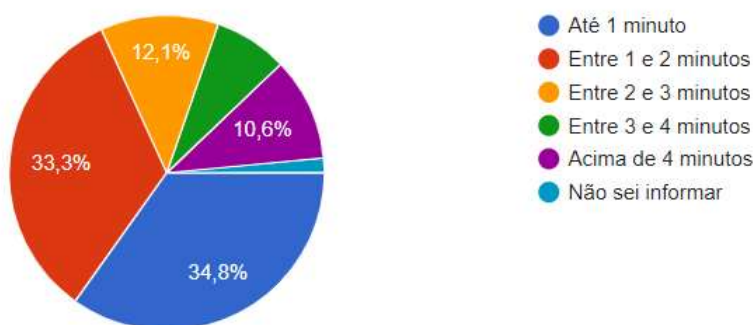


Fonte: Elaboração própria.

Figura 24 – Tempo de vistoria para um extintor.

Tempo total por extintor

66 respostas

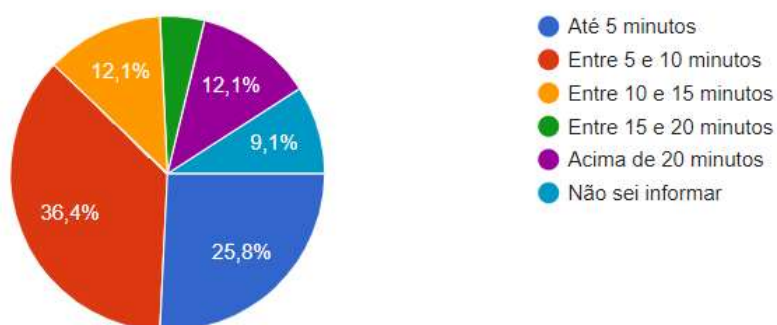


Fonte: Elaboração própria.

Figura 25 – Tempo de vistoria para um plano de emergência.

Tempo total por plano de emergência

66 respostas

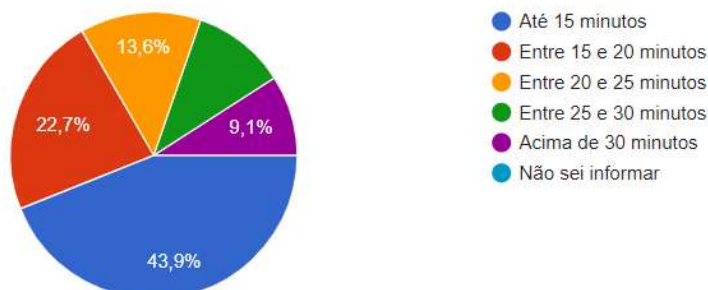


Fonte: Elaboração própria.

Figura 26 – Tempo de vistoria para um sistema de hidrantes e mangotinhos.

Tempo total do sistema (levar em consideração apenas 01 ponto de hidrante)

66 respostas

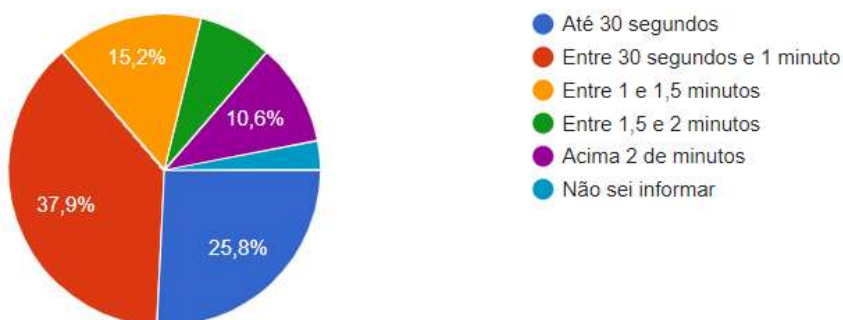


Fonte: Elaboração própria.

Figura 27 – Tempo de vistoria para um ponto de iluminação de emergência.

Tempo total por iluminação de emergência

66 respostas

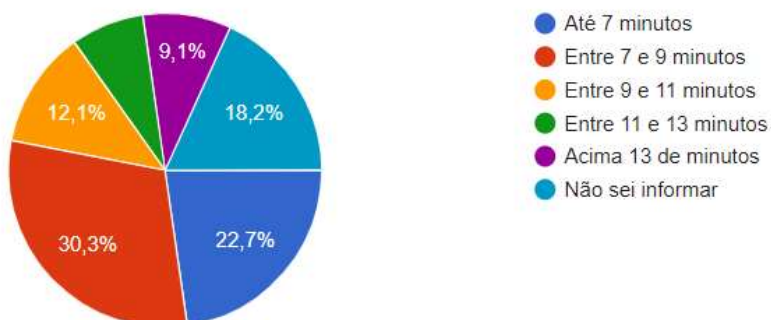


Fonte: Elaboração própria.

Figura 28 – Tempo para saída de emergência vertical (escada não enclausurada).

Tempo total por pavimento

66 respostas

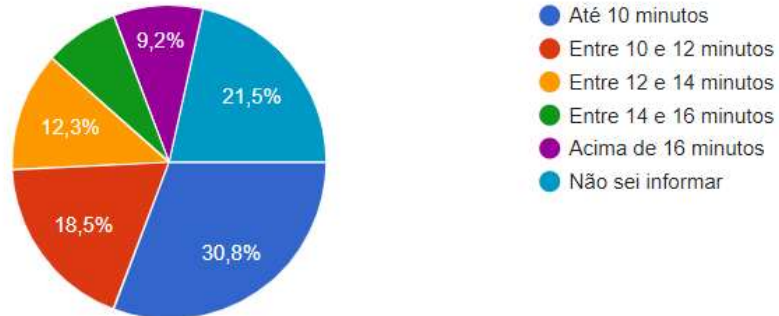


Fonte: Elaboração própria.

Figura 29 – Tempo para saída de emergência vertical (escada protegida).

Tempo total por pavimento

65 respostas

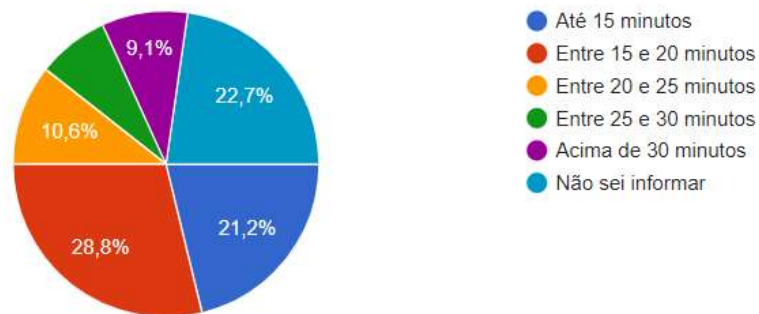


Fonte: Elaboração própria.

Figura 30 – Tempo para saída de emergência vertical (escada a prova de fumaça).

Tempo total por pavimento

66 respostas

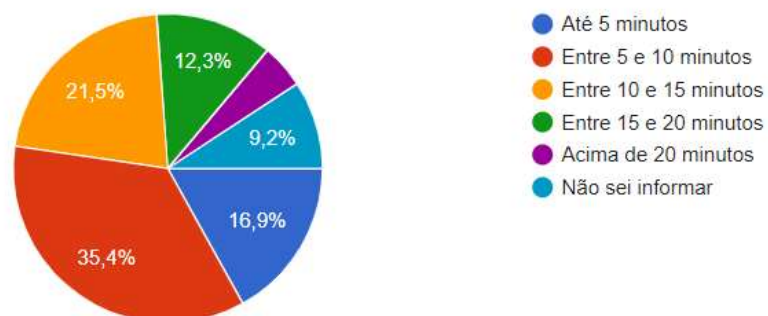


Fonte: Elaboração própria.

Figura 31 – Tempo de vistoria para saída de emergência horizontal.

Tempo total por uma saída de emergência

65 respostas

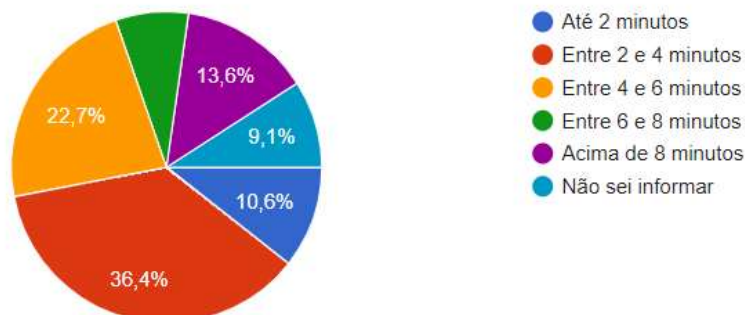


Fonte: Elaboração própria.

Figura 32 – Tempo de vistoria para isolamento de risco.

Tempo total por isolamento de duas edificações

66 respostas

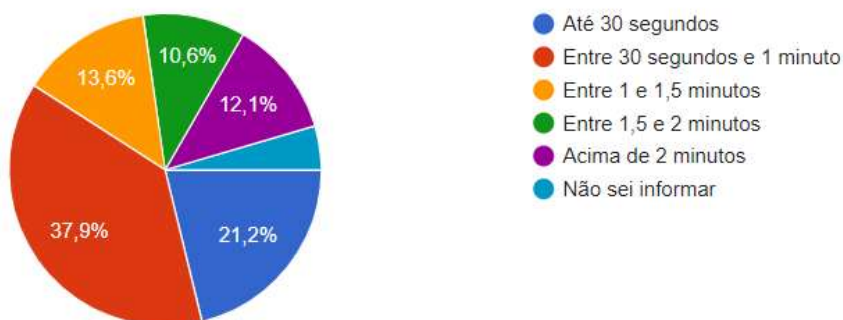


Fonte: Elaboração própria.

Figura 33 – Tempo de vistoria para isolamento de risco.

Tempo total por sinalização de emergência

66 respostas

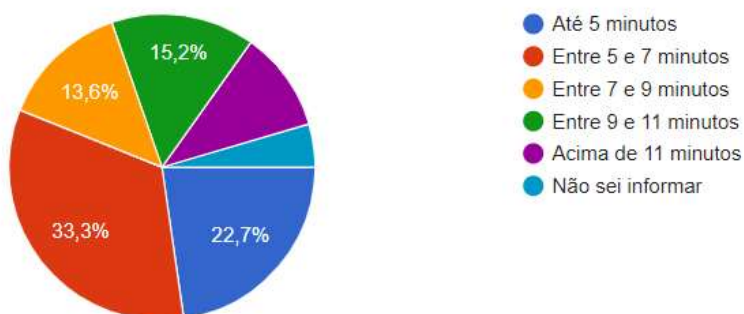


Fonte: Elaboração própria.

Figura 34 – Tempo para um sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

Tempo total do sistema

66 respostas

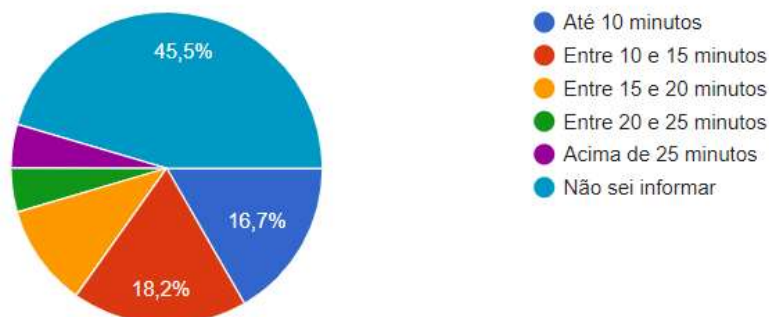


Fonte: Elaboração própria.

Figura 35 – Tempo para um sistema fixo de gases limpos e dióxido de carbono.

Tempo total do sistema

66 respostas

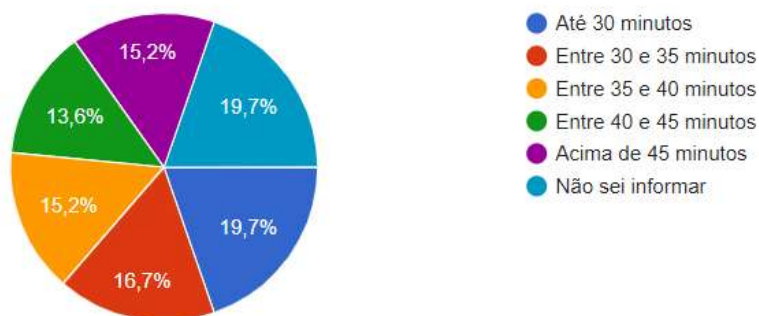


Fonte: Elaboração própria.

Figura 36 – Tempo para apreensão de produtos, materiais e equipamentos.

Tempo total do procedimento de apreensão

66 respostas

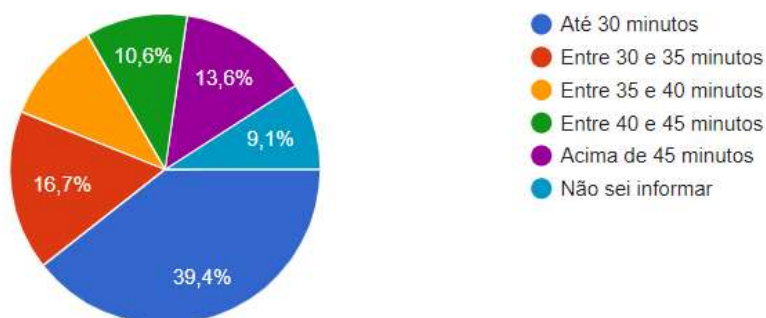


Fonte: Elaboração própria.

Figura 37 – Tempo necessário para cassação de CVCBM.

Tempo total do procedimento de cassação

66 respostas

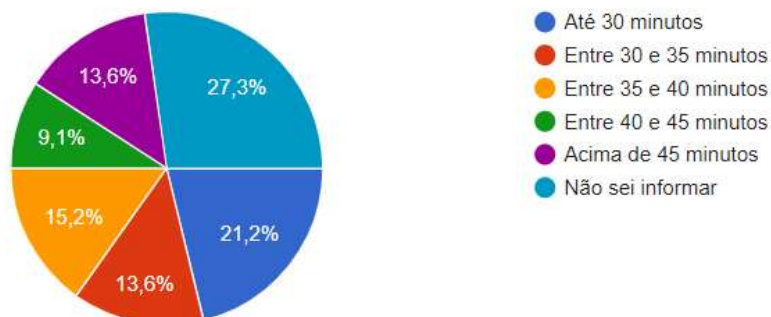


Fonte: Elaboração própria.

Figura 38 – Tempo necessário para embargo.

Tempo total do procedimento de embargo

66 respostas

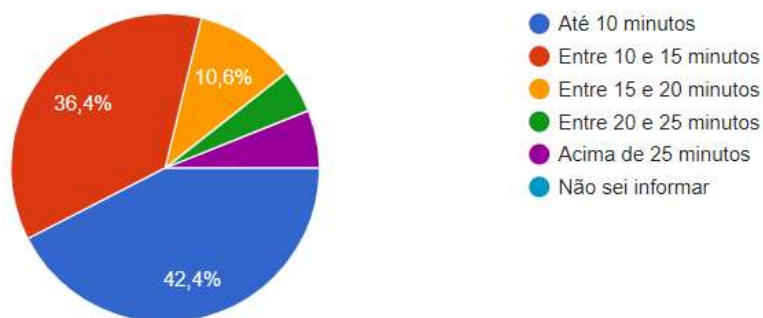


Fonte: Elaboração própria.

Figura 39 – Tempo necessário para notificação.

Tempo total do procedimento de notificação

66 respostas

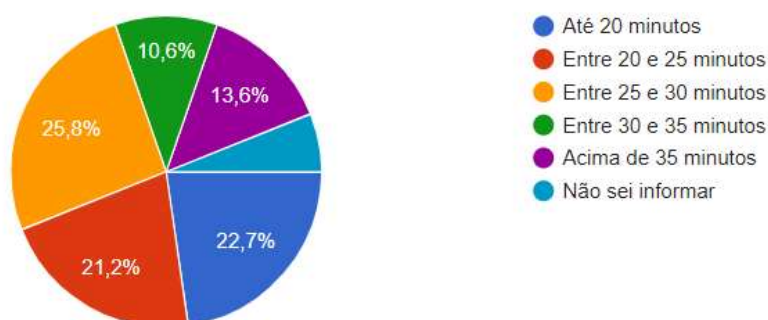


Fonte: Elaboração própria.

Figura 40 – Tempo necessário para procedimento de multa.

Tempo total do procedimento de multa

66 respostas

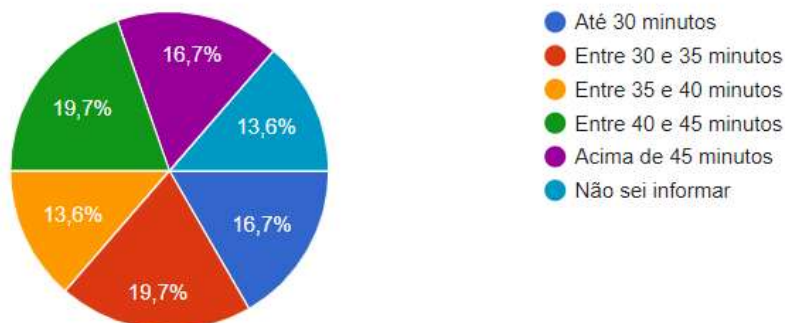


Fonte: Elaboração própria.

Figura 41 – Tempo necessário para procedimento de interdição.

Tempo total do procedimento de interdição

66 respostas



Fonte: Elaboração própria.

4.1 IDENTIFICAÇÃO E ELIMINAÇÃO DOS *OUTLIERS*

A Tabela 8 apresenta o somatório de insumos e produtos das quinze *DMUs* analisadas, anteriormente à eliminação dos *outliers*. Visando à preservação da identidade, as *DMUs* foram identificadas apenas por letras.

Tabela 8 – Insumos e produtos de cada *DMU*, com a presença de *outliers*.

<i>DMU</i>	Insumos	Produtos
A	59.686,65	1.199.248,08
B	6.195,87	98.670,39
C	29.327,02	338.910,25
D	25.574,84	462.104,59
E	19.644,56	179.231,59
F	4.647,32	11.738,57
G	18.514,47	425.424,3
H	13.492,31	90.267,19
I	12.941,63	53.226,97
J	5.532,51	132.253,18
K	16.322,94	57.102,34
L	23.964,75	81.632,29
M	4.890,84	160.301,71
N	7.834,49	85.160,09
O	3.735,51	17.655,7

Fonte: Elaboração própria

Tais insumos e produtos são equivalentes ao número de vistorias cadastradas no sistema *web* de coleta de dados, durante 120 dias, constantes da Tabela 9:

Tabela 9 – Número de vistorias cadastradas de cada *DMU*.

<i>DMU</i>	Nº de vistorias	<i>DMU</i>	Nº de vistorias
A	572	I	48
B	63	J	86
C	285	K	101
D	274	L	85
E	169	M	69
F	35	N	52
G	41	O	85
H	73		
Total		2038	

Fonte: Elaboração própria

Conforme descrito na seção 3.2.5, para a identificação dos *outliers*, optou-se pela utilização do método Boxplot Ajustado. Os dados necessários para a construção do Boxplot e, conseqüentemente, a quantidade identificada de *outliers*, estão na Tabela 10:

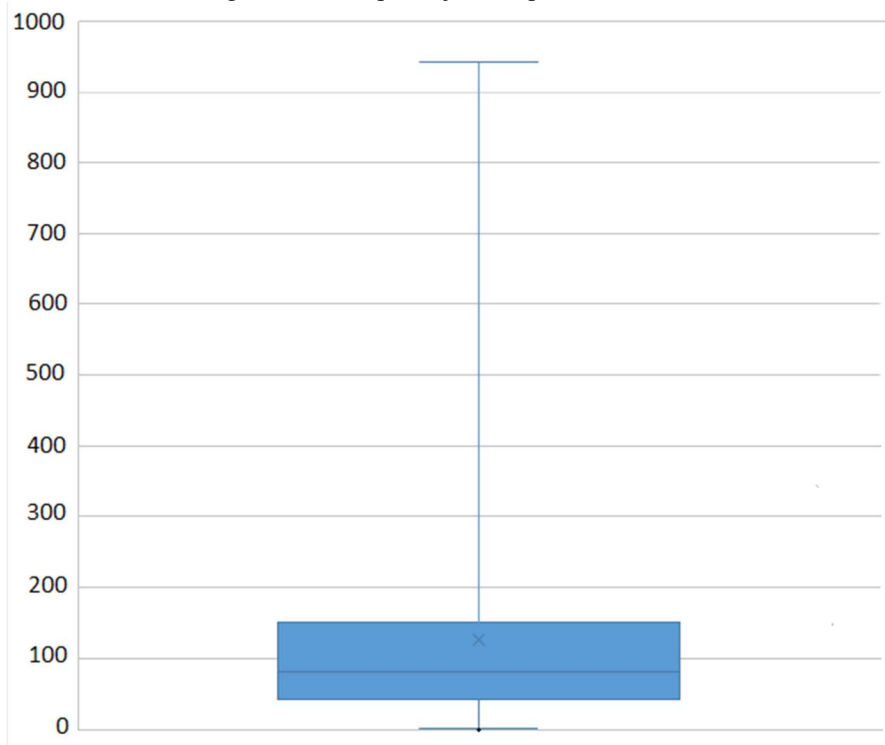
Tabela 10 – Dados para a construção do Boxplot Ajustado e número de *outliers*.

Insumos		Produtos	
Mediana da Amostra	80,06	Mediana da Amostra	160
<i>Medcouple</i> (MC)	0,396755105	<i>Medcouple</i> (MC)	0,711324016
1º Quartil (Q1)	41,86	1º Quartil (Q1)	24,22
3º Quartil (Q3)	150,55	3º Quartil (Q3)	806,55
Distância Interquartil (DIQ)	108,69	Distância Interquartil (DIQ)	782,33
Fronteira Inferior (I)	1,2	Fronteira Inferior (I)	-73,11
Fronteira Superior (S)	947,65	Fronteira Superior (S)	20.998,47
Nº de outliers	6	Nº de outliers	37

Fonte: Elaboração própria

A Figura 42 ilustra o Boxplot Ajustado, com a identificação dos insumos considerados *outliers*.

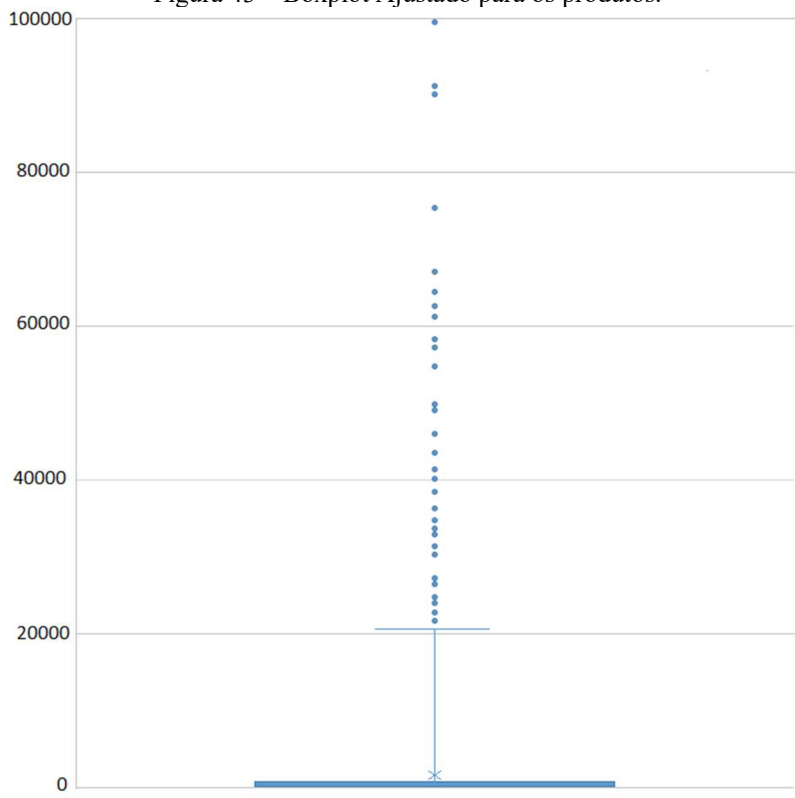
Figura 42 – Boxplot Ajustado para os insumos.



Fonte: Elaboração própria.

Já a Figura 43 ilustra o Boxplot Ajustado, referente aos produtos rotulados como *outliers*.

Figura 43 – Boxplot Ajustado para os produtos.



Fonte: Elaboração própria.

Identificados quarenta e três *outliers*, sendo seis insumos e trinta e sete produtos, chega-se à Tabela 11, com o somatório de insumos e produtos das quinze *DMUs* analisadas, **após** a eliminação dos *outliers*.

Tabela 11 – Relação de insumos e produtos de cada *DMU*, eliminados os *outliers*.

<i>DMU</i>	Insumos	Produtos
A	56.353,79	607.486,57
B	6.195,87	98.670,39
C	28.380,74	159.606,43
D	24.386,77	206.878,45
E	19.560,07	121.968,34
F	4.647,32	11.738,57
G	14.849,49	142.639,99
H	13.492,31	90.267,19
I	12.941,63	53.226,97
J	4.260,63	42.311,59
K	16.322,94	57.102,34
L	23.896,01	32.568,19
M	4.877,91	70.125,45
N	7.770,99	50.400,09
O	3.735,51	17.655,70

Fonte: Elaboração própria

4.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *DEA*

Esta seção compreende os resultados alcançados consoante a proposta definida na quarta fase deste trabalho, relativa à aplicação da técnica matemática de Análise Envoltória de Dados. Para tal, adotou-se o modelo BCC, após a eliminação de *outliers*, tomando-se por base o modelo Boxplot Ajustado (VANDERVIERE e HUBER, 2004, p. 1934-1935). Nesse sentido, esta seção apresenta, além dos escores de eficiência técnica pura, a análise dos alvos propostos pela *DEA* para os *inputs* e *outputs*. Considerando-se que dentre outras propostas desta pesquisa há também o alinhamento entre técnicas matemática e estatística, entende-se que a avaliação desses dados possa gerar importantes questionamentos e revelações concernentes à prática da gestão de vistoria técnica dos Corpos de Bombeiros Militares.

4.2.1. Modelo radial orientado aos insumos

Obtidos os valores de insumos e produtos referentes a cento e vinte dias de produção de quinze *DMUs*, aplicou-se então a análise de eficiência por meio da metodologia *DEA*. A Figura 44 apresenta os resultados da avaliação da eficiência técnica obtidos pelo *software* de Análise de Envoltória de Dados *DEA-SAED*, segundo o modelo radial, orientado aos insumos com retornos variáveis de escala (modelo *BCC*). A coluna θ exibe os índices de eficiência técnica de cada uma das *DMUs* analisadas. Observa-se que os índices de eficiência são menores ou iguais à unidade, indicando a proporção de redução de insumos para se projetar as *DMUs* sobre a fronteira.

Figura 44 – Resultados da avaliação de eficiência técnica orientação insumos, com *VRS*.

DEA-SAED Software de Análise por Envoltória de Dados

Arquivo Editar Eficiência Índice de Malmquist Ajuda

DADOS DEA: C:\Users\Flávio\Documents\wstoria (3).txt

Núm. de DMU'S | 15 | Núm. de INSUMOS | 1 | Núm. de PRODUTOS | 1 | Descrição: [Corpo de Bombeiros]

MODELO: RADIAL-INSUMO-RVE : tempo: 4.219 seg.

DMUVO	INSUMOS	PRODUTOS	θ	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}	S1-	S1+	V1	U1	Uo
A	56353.79	607486.57	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.77E-05	1.75E-06	6.27E-02
B	6195.87	98670.39	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.61E-04	7.45E-06	-2.65E-01
C	28380.74	159606.43	0.43	0.12	0.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.52E-05	3.47E-06	1.24E-01
D	24386.77	206878.45	0.691	0.213	0.787	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.10E-05	4.04E-06	1.45E-01
E	19560.07	121968.34	0.434	0.046	0.954	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.11E-05	5.04E-06	1.81E-01
F	4647.32	11738.57	0.804	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.15E-04	3.00E+00	-8.04E-01
G	14849.49	142639.99	0.709	0.086	0.914	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.73E-05	6.64E-06	2.38E-01
H	13492.31	90267.19	0.43	0.0	0.706	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.294	0.0	0.0	0.0	0.0	7.41E-05	3.42E-06	-1.22E-01
I	12941.63	53226.97	0.348	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.608	0.0	0.0	0.392	0.0	0.0	0.0	0.0	7.73E-05	1.71E-06	-2.57E-01
J	4260.63	42311.59	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.35E-04	5.00E-06	-7.88E-01
K	16322.94	57102.34	0.281	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.468	0.0	0.0	0.532	0.0	0.0	0.0	0.0	6.13E-05	1.36E-06	-2.03E-01
L	23896.01	32568.19	0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.605	0.0	0.0	0.0	0.0	0.395	0.0	0.0	4.18E-05	8.91E-07	-1.41E-01
M	4877.91	70125.45	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.05E-04	4.55E-06	-6.81E-01
N	7770.99	50400.09	0.571	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.709	0.0	0.0	0.291	0.0	0.0	0.0	0.0	1.29E-04	2.86E-06	-4.27E-01
O	3735.51	17655.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.68E-04	3.00E+00	-1.00E+00

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

Analisando-se os resultados, verifica-se que as *DMUs* A, B, J, M e O são tecnicamente eficientes, segundo a metodologia *DEA*. Essas unidades são consideradas *benchmarking* para as demais. Para que as unidades ineficientes passem a ser eficientes, elas devem reduzir seus insumos segundo o fator θ , mantendo-se seus níveis de produção constantes. Por exemplo, o plano de produção da *DMU* C está abaixo da fronteira de eficiência. Para que essa se torne eficiente, ela deverá reduzir seus insumos em 57%, ou seja, deve somar o valor máximo de 16.177,02. De acordo com a Figura 44, a unidade considerada menos eficiente é a *DMU* L, que deverá reduzir 83% de seu consumo para ser considerada eficiente, sem que haja aumento

de sua produção. A Figura 45 apresenta o ordenamento do desempenho das *DMUs*, da mais eficiente para a menos eficiente.

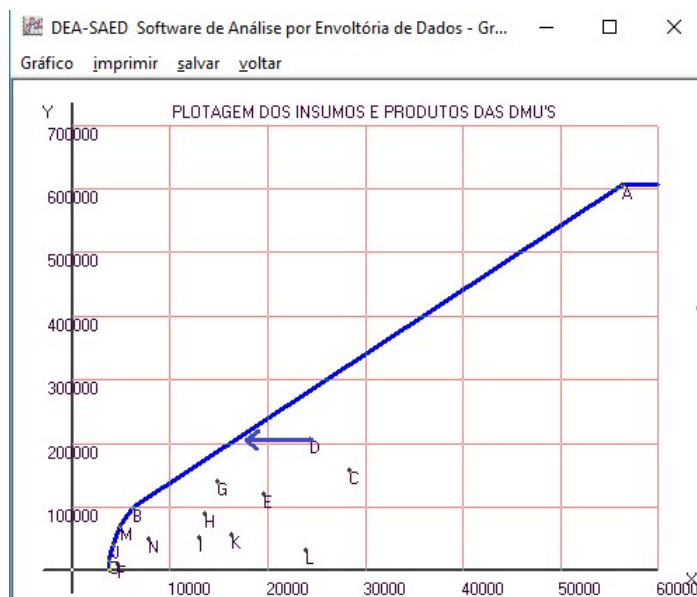
Figura 45 – Ordenamento das 15 *DMUs* de acordo com a eficiência técnica orientada aos insumos, considerando-se *VRS*.

ORDEM	DMU	SCORE
1	B	1.00000
1	A	1.00000
1	M	1.00000
1	J	1.00000
1	O	1.00000
2	F	0.80380
3	G	0.70913
4	D	0.69147
5	N	0.57137
6	E	0.43418
7	H	0.43046
8	C	0.42997
9	I	0.34794
10	K	0.28113
11	L	0.16961

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

A partir dos dados constantes da Figura 44, é possível obter o gráfico da fronteira de produção, ilustrado pela Figura 46, com as quinze *DMUs* plotadas, segundo suas eficiências. As cinco *DMUs* eficientes estão plotadas sobre a fronteira, todas as demais estão localizadas na área interna do gráfico (entre a fronteira e o eixo x). Para que uma unidade se torne eficiente, no que se refere à diminuição do consumo, ela deverá projetar-se horizontalmente até a fronteira. Como exemplo, a Figura 46 ilustra a projeção da unidade D até a fronteira de eficiência, o que equivale a 30,85% de redução de insumos.

Figura 46 – Fronteira de produção e avaliação da eficiência técnica das 15 *DMUs*, com orientação aos insumos e *VRS*, bem como a projeção horizontal da *DMU* D, visando a fronteira de eficiência.



Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

A Figura 47 apresenta a projeção de cada *DMU* para o alcance da eficiência, tanto em valores absolutos de insumos, bem como em percentual de redução. São informadas ainda as *DMUs* de referência para cada unidade analisada.

Figura 47 – Projeção das *DMUs*, orientada aos insumos, considerando-se *VRS*, visando a fronteira de eficiência.

Projeções das <i>DMUs</i>						
No.	DMU	Score				
	I/O	Dados	Projeção	Diferença	%	Referência
1	A	1.0				A
	INSUMOS	56353.79	56353.79	0.0	0	
	PRODUTOS	607486.57	607486.57	0.0	0	
2	B	1.0				B
	INSUMOS	6195.87	6195.87	0.0	0	
	PRODUTOS	98670.39	98670.39	0.0	0	
3	C	0.43				A,B
	INSUMOS	28380.74	12202.8	-16177.94	-57.00%	
	PRODUTOS	159606.43	159606.43	0.0	0	
4	D	0.691				A,B
	INSUMOS	24386.77	16862.77	-7524.0	-30.85%	
	PRODUTOS	206878.45	206878.45	0.0	0	
5	E	0.434				A,B
	INSUMOS	19560.07	8492.53	-11067.54	-56.58%	
	PRODUTOS	121968.34	121968.34	0.0	0	
6	F	0.804				D
	INSUMOS	4647.32	3735.51	-911.81	-19.62%	
	PRODUTOS	11738.57	11738.57	0.0	0	
7	G	0.709				A,B
	INSUMOS	14849.49	10530.29	-4319.2	-29.09%	
	PRODUTOS	142639.99	142639.99	0.0	0	
8	H	0.43				B,M
	INSUMOS	13492.31	5807.88	-7684.43	-56.95%	
	PRODUTOS	90267.19	90267.19	0.0	0	
9	I	0.348				J,M
	INSUMOS	12941.63	4502.88	-8438.75	-65.21%	
	PRODUTOS	53226.97	53226.97	0.0	0	
10	J	1.0				J
	INSUMOS	4260.63	4260.63	0.0	0	
	PRODUTOS	42311.59	42311.59	0.0	0	
11	K	0.281				J,M
	INSUMOS	16322.94	4588.88	-11734.06	-71.89%	
	PRODUTOS	57102.34	57102.34	0.0	0	
12	L	0.17				J,D
	INSUMOS	23896.01	4053.12	-19842.89	-83.04%	
	PRODUTOS	32568.19	32568.19	0.0	0	
13	M	1.0				M
	INSUMOS	4877.91	4877.91	0.0	0	
	PRODUTOS	70125.45	70125.45	0.0	0	
14	N	0.571				J,M
	INSUMOS	7770.99	4440.14	-3330.85	-42.86%	
	PRODUTOS	50400.09	50400.09	0.0	0	
15	O	1.0				O
	INSUMOS	3735.51	3735.51	0.0	0	
	PRODUTOS	17655.7	17655.7	0.0	0	

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

4.2.2. Modelo radial orientado aos produtos

Para ilustrar a eficiência das *DMUs* no que concerne à orientação aos produtos, a Figura 48 apresenta os resultados da avaliação da eficiência técnica, segundo o modelo radial, com retornos variáveis de escala (modelo BCC). A coluna θ exibe os índices de eficiência técnica de cada uma das *DMUs* analisadas. Observa-se que os índices de eficiência são maiores ou iguais à unidade, indicando a proporção de expansão da produção para se projetar as *DMUs* sobre a fronteira.

Figura 48 – Resultados da avaliação de eficiência técnica orientados aos produtos com *VRS*.

DEA-SAED Software de Análise por Envoltória de Dados

Arquivo Editar Eficiência Índice de Malmquist Ajuda

DADOS DEA: C:\Users\Flavio\Documents\wstona (3) .txt

Núm. de DMU'S 15 Núm. de INSUMOS 1 Núm. de PRODUTOS 1 Descrição: Corpo de Bombeiros

MODELO: RADIAL-PRODUTO-RVE : tempo: 4.906 seg.

DMUO	INSUMOS	PRODUTOS	θ	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}	S1-	S1+	V1	U1	Vo
A	56353.79	607486.57	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.67E-05	1.65E-06	5.90E-02
B	6195.87	98670.39	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.20E-04	1.01E-05	-3.60E-01
C	28380.74	159606.43	2.028	0.442	0.558	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.36E-05	6.27E-06	2.24E-01
D	24386.77	206878.45	1.369	0.363	0.637	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.90E-05	4.83E-06	1.73E-01
E	19560.07	121968.34	1.921	0.266	0.734	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.32E-05	8.20E-06	2.94E-01
F	4647.32	11738.57	5.089	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.374	0.0	0.0	0.626	0.0	0.0	0.0	0.0	3.84E-03	8.52E-05	-1.28E+01
G	14849.49	142639.99	1.307	0.173	0.827	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.11E-05	7.01E-06	2.51E-01
H	13492.31	90267.19	1.913	0.145	0.855	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.12E-04	1.11E-05	3.97E-01
I	12941.63	53226.97	3.139	0.134	0.866	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.91E-04	1.88E-05	6.73E-01
J	4260.63	42311.59	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.06E-03	2.36E-05	-3.54E+00
K	16322.94	57102.34	3.527	0.202	0.798	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.78E-04	1.75E-05	6.27E-01
L	23896.01	32568.19	8.543	0.353	0.647	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.11E-04	3.07E-05	1.10E+00
M	4877.91	70125.45	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.09E-04	1.43E-05	-5.07E-01
N	7770.99	50400.09	2.275	0.031	0.969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.01E-04	1.98E-05	7.11E-01
O	3735.51	17655.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.66E-03	5.66E-05	-8.93E+00

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

Observando-se os resultados, verifica-se que as mesmas *DMUs* consideradas eficientes sob a orientação insumos (A, B, J, M e O) são tecnicamente eficientes também na orientação produtos. Para que as unidades ineficientes passem a ser eficientes, elas devem aumentar suas produções segundo o fator θ , mantendo-se seus níveis de insumos constantes. Como exemplo, o plano de produção da *DMU D* está abaixo da fronteira de eficiência. Para que essa se torne eficiente, ela deverá aumentar sua produção em 36,9%, ou seja, deve apresentar o valor mínimo de 283.204,04. Assim como na orientação insumos e de acordo com a Figura 48, a unidade considerada menos eficiente é a *DMU L*, que deverá aumentar 754,29% sua produção, sem diminuir os insumos utilizados, para ser considerada eficiente. A Figura 49 apresenta o ordenamento do desempenho das *DMUs*, da mais eficiente para a menos eficiente, segundo a orientação produtos.

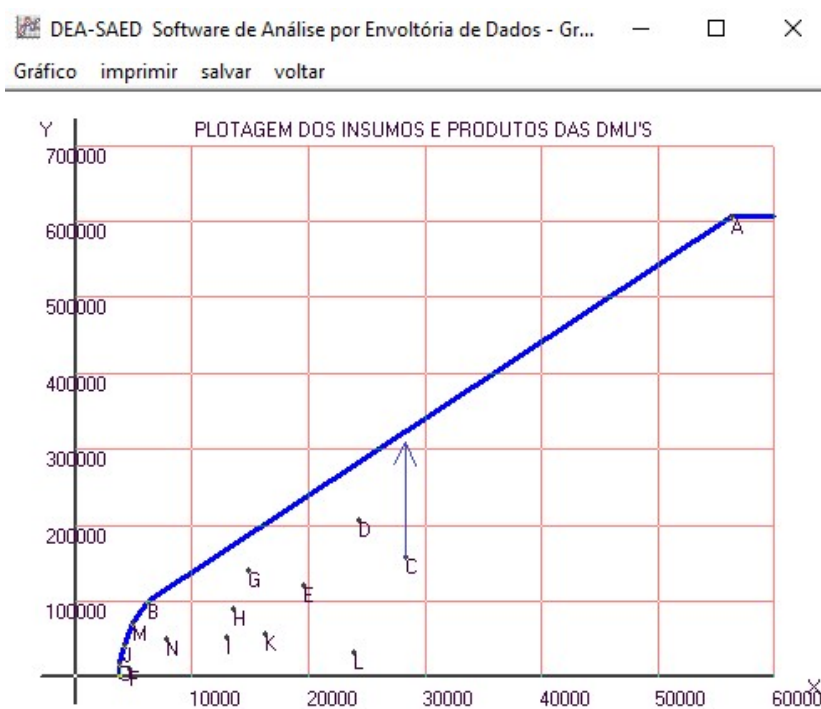
Figura 49 – Ordenamento das 15 *DMUs* de acordo com a eficiência técnica orientada aos produtos, considerando-se *VRS*.

ORDEM	DMU	SCORE
1	A	1.00000
1	B	1.00000
1	M	1.00000
1	J	1.00000
1	O	1.00000
2	G	1.30717
3	D	1.36894
4	H	1.91307
5	E	1.92050
6	C	2.02824
7	N	2.27477
8	I	3.13941
9	K	3.52704
10	F	5.08881
11	L	8.54286

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

A partir dos dados constantes da Figura 48, é possível obter o gráfico da fronteira de produção, ilustrado pela Figura 50, com as quinze *DMUs* plotadas, segundo suas eficiências. As cinco *DMUs* eficientes estão plotadas sobre a fronteira, todas as demais estão localizadas na área interna do gráfico (entre a fronteira e o eixo x). Para que uma unidade se torne eficiente, no que se refere ao aumento da produção, ela deverá projetar-se verticalmente até a fronteira. Como exemplo, a Figura 50 ilustra a projeção da unidade C até a fronteira de eficiência, o que equivale a 102,82% em aumento de produção.

Figura 50 – Fronteira de produção e avaliação da eficiência técnica das 15 *DMUs*, com orientação aos produtos e *VRS*, bem como a projeção vertical da *DMU* C, visando a fronteira de eficiência.



Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

A Figura 51 apresenta a projeção de cada *DMU* para o alcance da eficiência, tanto em valores absolutos de produtos, bem como em percentual de produção. São informadas ainda as *DMUs* de referência para cada unidade analisada.

Figura 51 – Projeção das *DMUs*, orientada aos produtos, considerando-se *VRS*, visando a fronteira de eficiência.

Projeções das DMUs						
No.	DMU	Score				
	I/O	Dados	Projeção	Diferença	%	Referência
1	A	1.0				A
	INSUMOS	56353.79	56353.79	0.0	0	
	PRODUTOS	607486.57	607486.57	0.0	0	
2	B	1.0				B
	INSUMOS	6195.87	6195.87	0.0	0	
	PRODUTOS	98670.39	98670.39	0.0	0	
3	C	2.028				A,B
	INSUMOS	28380.74	28380.74	0.0	0	
	PRODUTOS	159606.43	323720.01	164113.58	102.82%	
4	D	1.369				A,B
	INSUMOS	24386.77	24386.77	0.0	0	
	PRODUTOS	206878.45	283204.04	76325.59	36.89%	
5	E	1.921				A,B
	INSUMOS	19560.07	19560.07	0.0	0	
	PRODUTOS	121968.34	234240.63	112272.29	92.05%	
6	F	5.089				J,M
	INSUMOS	4647.32	4647.32	0.0	0	
	PRODUTOS	11738.57	59735.35	47996.78	408.88%	
7	G	1.307				A,B
	INSUMOS	14849.49	14849.49	0.0	0	
	PRODUTOS	142639.99	186455.17	43815.18	30.72%	
8	H	1.913				A,B
	INSUMOS	13492.31	13492.31	0.0	0	
	PRODUTOS	90267.19	172687.55	82420.36	91.31%	
9	I	3.139				A,B
	INSUMOS	12941.63	12941.63	0.0	0	
	PRODUTOS	53226.97	167101.29	113874.32	213.94%	
10	J	1.0				J
	INSUMOS	4260.63	4260.63	0.0	0	
	PRODUTOS	42311.59	42311.59	0.0	0	
11	K	3.527				A,B
	INSUMOS	16322.94	16322.94	0.0	0	
	PRODUTOS	57102.34	201402.26	144299.92	252.70%	
12	L	8.543				A,B
	INSUMOS	23896.01	23896.01	0.0	0	
	PRODUTOS	32568.19	278225.64	245657.45	754.29%	
13	M	1.0				M
	INSUMOS	4877.91	4877.91	0.0	0	
	PRODUTOS	70125.45	70125.45	0.0	0	
14	N	2.275				A,B
	INSUMOS	7770.99	7770.99	0.0	0	
	PRODUTOS	50400.09	114648.85	64248.76	127.48%	
15	O	1.0				O
	INSUMOS	3735.51	3735.51	0.0	0	
	PRODUTOS	17655.7	17655.7	0.0	0	

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

4.2.2. Modelo não radial orientado aos insumos/produtos

Para ilustrar a eficiência das *DMUs* no que concerne à orientação simultânea de insumos e produtos, a Figura 52 apresenta os resultados da avaliação da eficiência técnica, segundo o modelo completo *RAM*, não radial, com retornos variáveis de escala (modelo *BCC*). A coluna θ exibe os índices de eficiência técnica de cada uma das *DMUs* analisadas.

Figura 52 – Resultados da avaliação de eficiência técnica com orientação simultânea aos insumos e produtos com *VRS*.

DEA-SAED Software de Análise por Envoltória de Dados

Arquivo Editar Eficiência Índice de Malmquist Ajuda

DADOS DEA: C:\Users\Filavo\Documents\Istoria (3).txt

Núm. de DMU'S 15 Núm. de INSUMOS 1 Núm. de PRODUTOS 1 Descrição: Corpo de Bombeiros

MODELO COMPLETO RAM - tempo: 5.641 seg.

DMU/O	INSUMOS	PRODUTOS	θ	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}	S1-	S1+
A	56353.79	607486.57	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B	6195.87	98670.39	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C	28380.74	159606.43	0.846	0.12	0.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-16177.94	0.0
D	24386.77	206878.45	0.929	0.213	0.787	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7524.0	0.0
E	19560.07	121968.34	0.895	0.046	0.954	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-11067.54	0.0
F	4647.32	11738.57	0.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.374	0.0	0.0	0.626	0.0	0.0	0.0	47996.78
G	14849.49	142639.99	0.959	0.086	0.914	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-4319.2	0.0
H	13492.31	90267.19	0.924	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7296.44	8403.2
I	12941.63	53226.97	0.898	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-6745.76	45443.42
J	4260.63	42311.59	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K	16322.94	57102.34	0.869	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-10127.07	41568.05
L	23896.01	32568.19	0.776	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17700.14	66102.2
M	4877.91	70125.45	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N	7770.99	50400.09	0.945	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1575.12	48270.3
O	3735.51	17655.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

Observando-se os resultados, verifica-se que as mesmas *DMUs* consideradas eficientes sob a orientação insumos e produtos (A, B, J, M e O) são também tecnicamente eficientes na orientação simultânea de insumos e produtos. Para que as unidades ineficientes passem a ser eficientes, elas devem reduzir seus insumos e aumentar sua produção proporcionalmente segundo o fator θ . A Figura 53 apresenta o ordenamento do desempenho das *DMUs*, da mais eficiente para a menos eficiente, segundo a orientação simultânea de insumos e produtos.

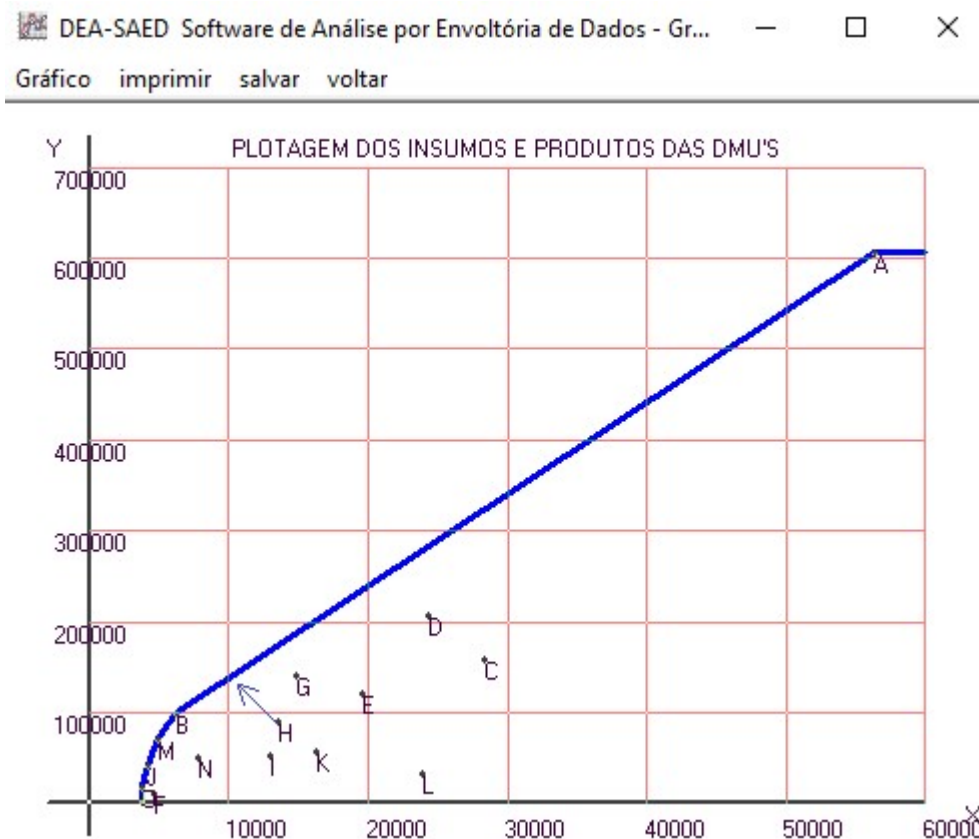
Figura 53 – Ordenamento das 15 *DMUs* de acordo com a eficiência técnica com orientação simultânea aos insumos e produtos, considerando-se *VRS*.

Ordenamento das <i>DMUs</i>		
ORDEM	DMU	SCORE
1	B	1.00000
1	A	1.00000
1	J	1.00000
1	M	1.00000
1	O	1.00000
2	F	0.95972
3	G	0.95896
4	N	0.94452
5	D	0.92850
6	H	0.92361
7	I	0.89776
8	E	0.89483
9	K	0.86888
10	C	0.84627
11	L	0.77633

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

A partir dos dados constantes da Figura 52, é possível obter o gráfico da fronteira de produção, ilustrado pela Figura 54, com as quinze *DMUs* plotadas, segundo suas eficiências. As cinco *DMUs* eficientes estão plotadas sobre a fronteira, todas as demais estão localizadas na área interna do gráfico (entre a fronteira e o eixo x). Para que uma unidade se torne eficiente, no que se refere à redução dos insumos e ao aumento da produção, de modo simultâneo, ela deverá projetar-se de modo não radial até a fronteira. Como exemplo, o plano de produção da *DMU H* está abaixo da fronteira de eficiência. Para que essa se torne eficiente, ela deverá reduzir seus insumos em 54,08% e, simultaneamente, aumentar sua produção em 9,31%, ou seja, deve apresentar o valor máximo para insumos de 6.195,87 e o valor mínimo de produção igual a 98.670,39. Observe na Figura 54 que essa projeção não ocorre de modo horizontal (como na orientação aos insumos), nem de modo vertical (como na orientação aos produtos), mas sim de modo oblíquo, reduzindo-se os insumos e aumentando-se a produção, de modo simultâneo. Já a unidade considerada menos eficiente é a *DMU L*, que deverá reduzir seus insumos em 74,07% e aumentar simultaneamente sua produção em 202,97%, para ser considerada eficiente.

Figura 54 – Fronteira de produção e avaliação da eficiência técnica das 15 *DMUs*, com orientação simultânea aos insumos e produtos e *VRS*, bem como a projeção da *DMU H*, visando a fronteira de eficiência.



Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

A Figura 55 apresenta a projeção de cada *DMU* para o alcance da eficiência, tanto em redução de insumos como aumento de produção, quando for o caso. São informadas ainda as *DMUs* de referência para cada unidade analisada.

Figura 55 – Projeção das *DMUs*, com orientação simultânea aos insumos e produtos, considerando-se *VRS*, visando a fronteira de eficiência.

Projeções das <i>DMUs</i>						
No.	DMU	Score				
	I/O	Dados	Projeção	Diferença	%	Referência
1	A	1.0				A
	INSUMOS	56353.79	56353.79	0.0	0	
	PRODUTOS	607486.57	607486.57	0.0	0	
2	B	1.0				B
	INSUMOS	6195.87	6195.87	0.0	0	
	PRODUTOS	98670.39	98670.39	0.0	0	
3	C	0.846				A,B
	INSUMOS	28380.74	12202.8	-16177.94	-57.00%	
	PRODUTOS	159606.43	159606.43	0.0	0	
4	D	0.929				A,B
	INSUMOS	24386.77	16862.77	-7524.0	-30.85%	
	PRODUTOS	206878.45	206878.45	0.0	0	
5	E	0.895				A,B
	INSUMOS	19560.07	8492.53	-11067.54	-56.58%	
	PRODUTOS	121968.34	121968.34	0.0	0	
6	F	0.96				J,M
	INSUMOS	4647.32	4647.32	0.0	0	
	PRODUTOS	11738.57	59735.35	47996.78	408.88%	
7	G	0.959				A,B
	INSUMOS	14849.49	10530.29	-4319.2	-29.09%	
	PRODUTOS	142639.99	142639.99	0.0	0	
8	H	0.924				B
	INSUMOS	13492.31	6195.87	-7296.44	-54.08%	
	PRODUTOS	90267.19	98670.39	8403.2	9.31%	
9	I	0.898				B
	INSUMOS	12941.63	6195.87	-6745.76	-52.12%	
	PRODUTOS	53226.97	98670.39	45443.42	85.38%	
10	J	1.0				J
	INSUMOS	4260.63	4260.63	0.0	0	
	PRODUTOS	42311.59	42311.59	0.0	0	
11	K	0.869				B
	INSUMOS	16322.94	6195.87	-10127.07	-62.04%	
	PRODUTOS	57102.34	98670.39	41568.05	72.80%	
12	L	0.776				B
	INSUMOS	23896.01	6195.87	-17700.14	-74.07%	
	PRODUTOS	32568.19	98670.39	66102.2	202.97%	
13	M	1.0				M
	INSUMOS	4877.91	4877.91	0.0	0	
	PRODUTOS	70125.45	70125.45	0.0	0	
14	N	0.945				B
	INSUMOS	7770.99	6195.87	-1575.12	-20.27%	
	PRODUTOS	50400.09	98670.39	48270.3	95.77%	
15	O	1.0				O
	INSUMOS	3735.51	3735.51	0.0	0	
	PRODUTOS	17655.7	17655.7	0.0	0	

Fonte: DEA-SAED, v.1.0.

4.2.3. Visão geral da aplicação dos modelos

A partir do respaldo de técnicas de estatística multivariada consolidadas, tornou-se possível a elaboração da Tabela 12, onde estão agrupados os dados resultantes dos três modelos *DEA* propostos (orientação insumos, produtos e, simultaneamente, insumos e produtos), com a projeção de cada *DMU* para o alcance da eficiência.

Tabela 12 – Projeção das *DMUs* visando a fronteira de eficiência, com orientação insumos, produtos e, simultaneamente, insumos e produtos, segundo *VRS*.

<i>DMU</i>	Dados	Orientação Insumos				Orientação Produtos				Orientação Insumos e Produtos			
A	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	56.353,79	1,0	56.353,79	0	0	1,0	56.353,79	0	0	1,0	56.353,79	0	0
Produtos	607.486,57		607.486,57	0	0		607.486,57	0	0		607.486,57	0	0
B	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	6.195,87	1,0	6.195,87	0	0	1,0	6.195,87	0	0	1,0	6.195,87	0	0
Produtos	98.670,39		98.670,39	0	0		98.670,39	0	0		98.670,39	0	0
C	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	28.380,74	0,43	12.202,8	-16.177,94	-57	2,028	28.380,74	0	0	0,846	12.202,8	-16.177,94	-57
Produtos	159.606,43		159.606,43	0	0		323.720,01	164.113,58	102,82		159.606,43	0	0
D	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	24.386,77	0,691	16.862,77	-7.524	-30,85	1,369	24.386,77	0	0	0,929	16.862,77	-7.524	-30,85
Produtos	206.878,45		206.878,45	0	0		283.204,04	76.325,59	36,89		206.878,45	0	0
E	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	19.560,07	0,434	8.492,53	-11.067,54	-56,58	1,921	19.560,07	0	0	0,895	8.492,53	-11.067,54	-56,58
Produtos	121.968,34		121.968,34	0	0		234.240,63	112.272,29	92,05		121.968,34	0	0
F	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	4.647,32	0,804	3.735,51	-911,81	-19,62	5,089	4.647,32	0	0	0,96	4.647,32	0	0
Produtos	11.738,57		11.738,57	0	0		59.735,35	47.996,78	408,88		11.738,57	47.996,78	408,88
G	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	14.849,49	0,709	10.530,29	-4.319,2	-29,09	1,307	14.849,49	0	0	0,959	10.530,29	-4.319,2	-29,09
Produtos	142.639,99		142.639,99	0	0		186.455,17	43.815,18	30,72		142.639,99	0	0

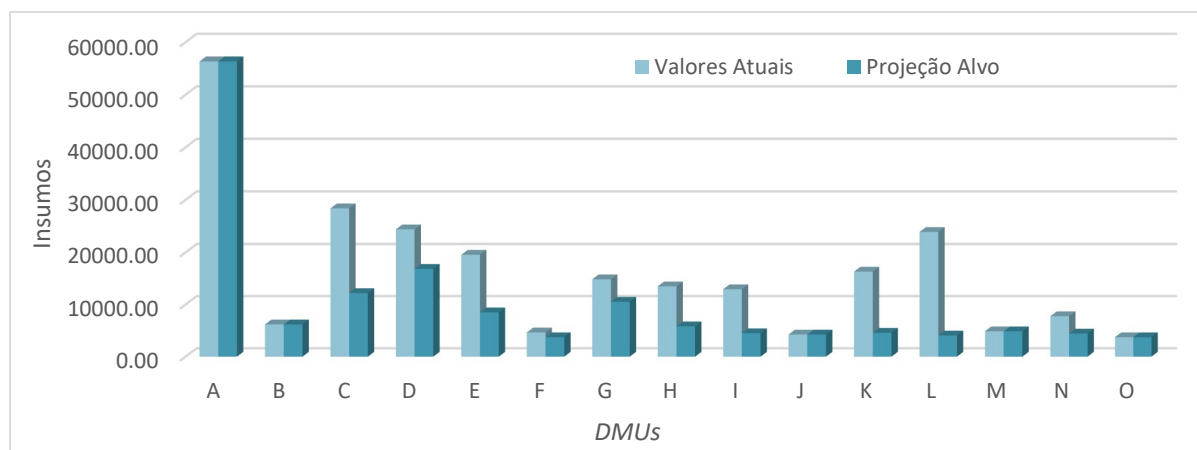
H	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	13.492,31	0,43	5.807,88	-7.684,43	-56,95	1,913	13.492,31	0	0	0,924	6.195,87	-7.296,44	-54,08
Produtos	90.267,19		90.267,19	0	0		172.687,55	82.420,36	91,31		98.670,39	8.403,2	9,31
I	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	12.941,63	0,348	4.502,88	-8.438,75	-65,21	3,139	12.941,63	0	0	0,898	6.195,87	-6.745,76	-52,12
Produtos	53.226,97		53.226,97	0	0		161.101,29	113.874,32	213,94		98.670,39	45.443,42	85,38
J	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	4.260,63	1,0	4.260,63	0	0	1,0	4.260,63	0	0	1,0	4.260,63	0	0
Produtos	42.311,59		42.311,59	0	0		42.311,59	0	0		42.311,59	0	0
K	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	16.322,94	0,281	4.588,88	-11.734,06	-71,89	3,527	16.322,94	0	0	0,869	6.195,87	-10.127,07	-62,04
Produtos	57.102,34		57.102,34	0	0		201.402,26	144.299,92	252,7		98.670,39	41.568,05	72,8
L	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	23.896,01	0,17	4.053,12	-19.842,89	-83,04	8,543	23.896,01	0	0	0,776	6.195,87	-17.700,14	-74,07
Produtos	32.568,19		32.568,19	0	0		278.225,64	245.657,45	754,29		98.670,39	66.102,2	202,97
M	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	4.877,91	1,0	4.877,91	0	0	1,0	4.877,91	0	0	1,0	4.877,91	0	0
Produtos	70.125,45		70.125,45	0	0		70.125,45	0	0		70.125,45	0	0
N	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	7.770,99	0,571	4.440,14	-3.330,85	-42,86	2,275	7.770,99	0	0	0,945	6.195,87	-1.575,12	-20,27
Produtos	50.400,09		50.400,09	0	0		114.648,85	64.248,76	127,48		98.670,39	48.270,3	95,77
O	Valores	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%	Eficiência	Projeção	Diferença	%
Insumos	3.735,51	1,0	3.735,51	0	0	1,0	3.735,51	0	0	1,0	3.735,51	0	0
Produtos	17.655,70		17.655,7	0	0		17.655,7	0	0		17.655,7	0	0

Fonte: Elaboração própria

Ao se analisar a Tabela 12, constata-se que as *DMUs* A, B, J, M e O foram consideradas eficientes nos três modelos adotados, sugerindo que essas unidades foram eficientes na alocação de recursos financeiros, reduzindo desperdícios, por meio da maximização de seus recursos disponíveis. Por outro lado, a *DMU* L encontra-se na última colocação da escala de eficiência, tendo obtido o menor escore em todos os modelos, sugerindo má gestão dos recursos utilizados e uma necessidade de redução ou realocação de seus insumos. Como salientado, cada gestor de *DMU* poderá adotar as melhores práticas visando a eficiência, seja reduzindo os insumos, aumentando a produção ou ambas as situações.

Os escores de eficiência técnica pura apresentados na Tabela 12 indicam que 66% das unidades avaliadas encontram-se fora da região da fronteira de eficiência, sendo consideradas pelo modelo BCC como ineficientes. Assim, na tentativa de reverter essa situação e criar condições para que as *DMUs* com coeficientes numéricos menores que 100% possam atingir a fronteira, os modelos *DEA* apoiam-se na proposição de alternativas de melhoria. Isso ocorre por meio da sugestão de reduções ou incrementos das variáveis de entrada e saída, enquanto alvos, ou metas, ideais à tentativa de reposicionamento das *DMUs* analisadas. A Figura 56 ilustra os valores atuais de insumos consumidos pelas unidades tomadoras de decisão e suas respectivas projeções alvos de redução de insumos, para o alcance da eficiência, de acordo com o modelo *VRS*. Os valores das projeções das unidades ditas eficientes são os mesmos que os valores referentes aos insumos consumidos.

Figura 56 – Insumos consumidos pelas *DMUs* e suas respectivas projeções alvos para o alcance da eficiência.



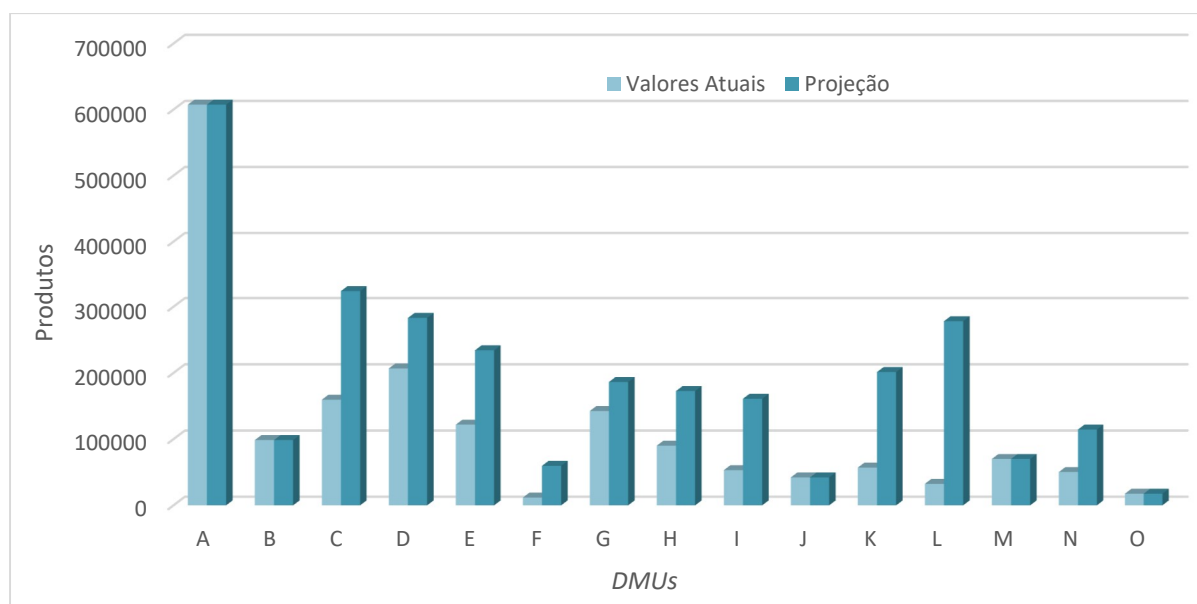
Fonte: Elaboração própria.

Conforme exposto na Figura 56, é extremamente recomendável que as *DMUs* C, E, H, I, K e L viabilizem um processo de redução do número de insumos consumidos. Cabe a essas unidades, não apenas refletirem acerca da possível realocação de seus servidores, mas

verificarem até que ponto esses podem representar ociosidade, ou seja, destinação ineficiente de insumos.

Já a Figura 57 ilustra os valores atuais produzidos pelas unidades tomadoras de decisão e suas respectivas projeções alvos de aumento de produção, para o alcance da eficiência, de acordo com o modelo *VRS*. Os valores das projeções das unidades ditas eficientes são os mesmos que os valores referentes à produção atual.

Figura 57 – Produção atual das *DMUs* e suas respectivas projeções alvos para o alcance da eficiência.



Fonte: Elaboração própria.

Conforme pode ser visualizado na Figura 57, recomenda-se fortemente que as *DMUs* C, F, I, K, L e N viabilizem o aumento da produção em suas vistorias. Recomenda-se a essas unidades a implementação de treinamentos de seus vistoriantes, visando ao melhor aproveitamento das vistorias executadas por essas equipes, de modo a otimizar recursos e, conseqüentemente, aumentar suas produções.

A partir dos dados obtidos, pode-se observar que a busca pela eficiência se torna menos onerosa ao se adotar o modelo orientado aos insumos. Em todas as unidades consideradas ineficientes, o percentual necessário para se atingir a eficiência é menor no modelo orientado aos insumos do que quando comparado ao modelo orientado aos produtos.

Já para as unidades I e N, para o alcance da eficiência, sugere-se a adoção do modelo completo, orientado aos insumos e produtos, simultaneamente.

Foi possível ainda verificar que o quantitativo de vistoriantes ou o número de viaturas disponíveis para vistorias em cada *DMU* não são fatores determinantes para se estabelecer a

eficiência de uma unidade. Naquelas consideradas eficientes, o total de vistoriantes é, respectivamente, 5, 2, 1, 2 e 2. Já a *DMU* menos eficiente possui 2 vistoriantes. No que se refere ao número de viaturas disponíveis, as unidades eficientes possuem 2, 1, 3, 2 e 2 viaturas, respectivamente. Já a *DMU* menos eficiente possui 3 viaturas. Detectou-se que a unidade C, mesmo possuindo o mesmo número de vistoriantes e de viaturas da unidade A, produziu no período analisado, aproximadamente a metade dessa unidade considerada eficiente. Outro fator que não está relacionado à maior ou menor eficiência é o porte de cada *DMU*. Resta evidente que a *DMU* A é a que possui maior porte de todas as unidades analisadas, tendo produzido um valor superior a 34 vezes a produção da *DMU* O. No entanto, ambas foram consideradas eficientes nos três modelos analisados.

Como demonstra a Tabela 12, a unidade com maior número de produção foi a *DMU* A, que pontuou 607.486,57. Já a unidade com menor produção foi a *DMU* F, com valor igual a 11.738,57.

A Tabela 13 traz a relação dos produtos em função dos insumos de cada uma das *DMUs* analisadas:

Tabela 13 – Relação dos produtos em função dos insumos de cada *DMU*.

<i>DMU</i>	Insumos
A	<i>Produtos = 10,78 × Insumos</i>
B	<i>Produtos = 15,93 × Insumos</i>
C	<i>Produtos = 5,62 × Insumos</i>
D	<i>Produtos = 8,48 × Insumos</i>
E	<i>Produtos = 6,24 × Insumos</i>
F	<i>Produtos = 2,53 × Insumos</i>
G	<i>Produtos = 9,61 × Insumos</i>
H	<i>Produtos = 6,69 × Insumos</i>
I	<i>Produtos = 4,11 × Insumos</i>
J	<i>Produtos = 9,93 × Insumos</i>
K	<i>Produtos = 3,50 × Insumos</i>
L	<i>Produtos = 1,36 × Insumos</i>
M	<i>Produtos = 14,38 × Insumos</i>
N	<i>Produtos = 6,49 × Insumos</i>
O	<i>Produtos = 4,73 × Insumos</i>

Fonte: Elaboração própria

Verifica-se que, com exceção da *DMU O*, todas as unidades ditas eficientes possuem suas produções equivalentes a, no mínimo, 9,93 vezes o total gasto com insumos.

Um dado coletado na presente pesquisa e que pode suscitar discussões importantes concernentes à cobrança de taxas pelo estado de Mato Grosso do Sul é a relação insumos x taxas de vistoria.

A Tabela 14 apresenta os dados relativos a 2.038 vistorias, constando-se os insumos consumidos (em R\$, de acordo com a equação 34), os valores inerentes às taxas cobradas pelas vistorias (em R\$), registradas pelo sistema *web* de coleta de dados e a diferença entre os insumos e as taxas cobradas, em reais e em percentuais.

Tabela 14 – Relação das taxas cobradas pelas vistorias e dos insumos consumidos para realizá-las.

<i>DMU</i>	Taxas (R\$)	Insumos (R\$)	Diferença (Taxas – insumos) em R\$	Diferença (Taxas – insumos) em %
A	109.282,05	59.686,65	49.595,40	54,62
B	23.668,14	6.195,87	17.472,27	26,18
C	61.771,37	29.327,02	32.444,35	47,48
D	115.901,83	25.574,84	90.326,99	22,07
E	39.504,18	19.644,56	19.859,62	49,73
F	5.293,44	4.647,32	646,12	87,79
G	17.871,19	18.514,47	-643,28	103,60
H	29.160,40	13.492,31	15.668,09	46,27
I	12.086,87	12.941,63	-854,76	107,07
J	26.283,44	5.532,51	20.750,93	21,05
K	23.649,20	16.322,94	7.326,26	69,02
L	11.079,12	23.964,75	-12.885,63	216,31
M	32.913,11	4.890,84	28.022,27	14,86
N	11.158,10	7.834,49	3.323,61	70,21
O	9.650,21	3.735,51	5.914,70	38,71

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que apenas as *DMUs G, I e L* apresentam déficit na arrecadação das taxas, em relação aos insumos consumidos para realização de vistorias. Saliente-se que as taxas não foram consideradas como variáveis para a aplicação da metodologia *DEA*, tendo em vista que várias vistorias são realizadas de maneira inopinada, ou seja, de modo fiscalizatório, sem a solicitação e conseqüente recolhimento de taxas pelo vistoriado.

Os ganhos de eficiência podem ser alcançados de várias formas. No que tange aos insumos e considerando-se que os servidores estaduais são funcionários concursados, com subsídios definidos em lei, não há como reduzir o custo com a substituição de funcionários, uma vez que a troca de um servidor de alto custo por um de baixo custo no setor de vistorias não implica diminuição nos gastos com funcionalismo, já que a simples movimentação de funcionários não diminui em nada os valores pagos pelo governo do estado. A saída pode ser uma melhor gestão de viaturas utilizadas para a execução das vistorias. A autonomia dos veículos registrada pelo sistema de coleta de dados varia de 6 a 10 km/litro. Durante a pesquisa, verificou-se que, embora algumas *DMUs* possuam motocicletas em sua frota, nenhuma delas é utilizada em serviços de vistoria, o que, caso fosse, reduziria significativamente o custo de realização do serviço, diminuindo assim, os valores da variável insumos. Outra possível solução para a diminuição do consumo é o agrupamento de vistorias em um mesmo setor/bairro do município, de modo a diminuir o deslocamento de uma vistoria para outra. Isso significaria aumentar o aproveitamento de uma locomoção de uma equipe para a realização de várias vistorias em endereços próximos uns aos outros.

Por outro lado, a eficiência pode ser atingida na amostra analisada, mais facilmente, pelo aumento da produção, mesmo tendo sido constatada uma distância maior para a fronteira de eficiência, quando comparada à distância dessa para com os insumos. Observou-se que, em vários registros de vistorias, apenas o procedimento de notificação foi efetuado, não tendo sido, de fato, realizada vistoria dos dispositivos no local, o que reduz significativamente os valores atinentes à produção da equipe. Em outras vistorias, não houve nenhum procedimento registrado ou dispositivo vistoriado. Em contato com as equipes, algumas afirmaram que o local já se encontrava regularizado, no entanto, para que a equipe chegasse a essa conclusão, é fato que os dispositivos instalados no local deveriam estar em condições de funcionamento. Ou seja, deve ter havido a vistoria nesses dispositivos, não tendo sido esses registrados no sistema. Destarte, é imperioso que todos os dispositivos vistoriados ou procedimentos efetuados sejam registrados em avaliações futuras, para que não comprometa os valores relativos à produção de cada *DMU*. Além disso, sugere-se que as equipes de vistorias recebam treinamentos para execução de suas tarefas da maneira mais eficiente possível.

Finalizando esta seção, conclui-se que os resultados apontados pela metodologia *DEA* permitem evidenciar como cada unidade gerencia e pode favorecer o gerenciamento de seus insumos e produtos, de modo a atingir seu melhor desempenho, mediante o recorte de medição estabelecido pelos alvos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema gestão de desempenho em órgãos públicos tem se expandido consideravelmente, enquanto campo de investigação científica (PEIXOTO, 2016, p. 175). Sob essa ótica, a importância do processo de medição do desempenho organizacional público avoluma-se. Assim, busca-se verificar o quanto e como essas instituições têm sido capazes de se organizar, diante dos reflexos da gestão pública, tendo em vista a importância da otimização de seus recursos disponíveis.

Nessa perspectiva, a gestão pública tem buscado adotar regimes baseados no alcance de metas (PEIXOTO, 2016, p. 165). Nesse sentido, o cumprimento de metas, acompanhado da eficiência relativa de cada unidade, traduzida na necessidade de ganhos de eficiência pode, por exemplo, servir como definição do processo de distribuição de recursos. Logo, isso reflete também no melhor uso da capacidade instalada, resultando na qualidade dos serviços prestados à população. Para trabalhos futuros, como sugestão, podem ser utilizados como *inputs* os recursos recebidos por cada unidade tomadora de decisão para melhoria de suas estruturas de vistorias.

Importante salientar que as unidades analisadas apresentam características semelhantes em função do comportamento apresentado pelas variáveis originais. Logicamente, algumas possuem porte maior em relação à outra, porém, como visto, esse não é um fator preponderante para medir a eficiência de uma *DMU*.

Urge enfatizar que muito além do número de servidores e viaturas disponíveis nas unidades e de suas melhores alocações, deve-se refletir também acerca da qualidade desses recursos, no âmbito da eficiência dessas *DMUs*, bem como identificar possíveis gargalos ou ociosidade de recursos. Uma organização eficiente, neste caso unidades do Corpo de Bombeiros Militar, refere-se àquela capaz de minimizar seus insumos, maximizar seus resultados e, acima de tudo, reduzir perdas e desperdícios.

Buscou-se, com esta pesquisa, apresentar uma proposta de um índice de medida da eficiência das equipes de fiscalização do CBMMS, utilizando para tal a metodologia *DEA*, a qual deve ser ressaltada pela sua enorme contribuição no que concerne à definição do desempenho das *DMUs* que se sobressaíram na técnica de estatística não paramétrica, com os maiores e menores coeficientes numéricos de eficiência.

Com a aplicação dessa metodologia, foi possível a proposição de eventuais alternativas ao aumento do desempenho das unidades de vistorias, considerando-se suas estruturas e

recursos disponíveis. Espera-se que as suposições geradas possam ser aperfeiçoadas pela realidade do CBMMS, de modo que esta pesquisa vá além de sua contribuição técnica e quantitativa, mas tenha completa aplicabilidade prática.

A identificação de *outliers*, com base no uso da técnica do boxplot ajustado, deve ser considerada um fator importante estabelecido para este trabalho, uma vez que possibilitou a eliminação de falsos eficientes da análise. Dessa forma, foi possível chegar a resultados consistentes, minimizando a possibilidade de medição inadequada da eficiência.

Um dos grandes desafios impostos para o alcance do objetivo geral foi o desenvolvimento solitário do aplicativo *web* utilizado para a coleta dos dados referentes a mais de duas mil vistorias, bem como o gerenciamento dessa base de dados e manutenção do servidor remoto. Assim, conclui-se que um conjunto de dados de qualidade pode favorecer a implantação de uma otimização operacional.

Dentre as principais limitações observadas durante a pesquisa, destaque para a não participação das unidades situadas na capital do estado, por motivos desconhecidos, o que deve ser ressaltado enquanto ponto importante da análise. Certamente a base de dados seria ainda maior e o estudo teria maior amplitude.

Destarte, espera-se que os interesses do CBMMS, da comunidade acadêmica e da população como um todo, possam ser atendidos e que as unidades responsáveis pelas vistorias possam atuar de maneira eficiente. Ou seja, o recorte geral definido para esta pesquisa possibilitou o alcance de variáveis com alto poder de explicação quanto ao cenário estudado.

Como trabalhos futuros sugere-se um maior aprofundamento no que concerne ao processo de elaboração de índices de desempenho global. Uma vez que esta pesquisa apresentou um forte apelo quantitativo, sugere-se que os resultados obtidos sejam complementados por pesquisas qualitativas e por meio de contato pessoal com as *DMUs* avaliadas. Avalia-se como de vital importância o estudo das vistorias realizadas pelas unidades ausentes da amostra, sejam aquelas que não inseriram dados (Campo Grande e Amambai) ou aquelas que foram excluídas por inserirem menos que trinta vistorias (Aquidauana, Paranaíba, Fátima do Sul, Porto Murinho, Aparecida do Taboado e Bataguassu). Com a inserção dos dados oriundos dessas unidades, será possível a identificação de fatores que expliquem sua maior ou menor presença, bem como traduzam o comportamento dessas *DMUs*. Assim, será possível reforçar e consolidar ainda mais o contexto evidenciado, assim como a gestão de desempenho do CBMMS.

Como a instituição possui seu próprio sistema informatizado voltado à atividade preventivista, sugere-se que a Diretoria de Telemática da organização implante estudo semelhante no sistema utilizado pelo CBMMS, tanto na atividade de vistorias, quanto na análise e aprovação de projetos de incêndio e pânico.

Insta salientar que é recomendável uma análise mais profunda acerca do comportamento de cada uma das *DMUs*, nas quais desdobram-se os insumos e produtos, para a melhor compreensão de suas realidades. Outros indicadores de desempenho, não incorporados no presente estudo, podem ser avaliados como mecanismo de identificação de prováveis lacunas, gargalos e desperdício de recursos que expliquem, não somente os alvos sugeridos, como também os resultados obtidos.

O desenvolvimento de estudos futuros que envolva outras variáveis não abordadas, como efetivo total disponível, gestão, porte, região, população, desvalorização veicular, entre outros, tornar-se-á de grande colaboração à identificação de elementos pontuais que justifiquem os resultados apresentados pela metodologia *DEA*, ao evidenciar necessidades de acréscimos na produção ou redução de insumos.

Por fim, como já descrito no capítulo 2, não há limitações para a aplicação da metodologia *DEA*, desde que sejam obedecidos seus critérios de aplicação. Assim, considerando os inúmeros órgãos públicos instalados no Brasil, pertencentes às três esferas do Poder, seria de grande valia a mensuração da eficiência dos milhares de atividades desenvolvidas por esses órgãos. Mesmo dentro da Secretaria de Justiça e Segurança Pública, à qual subordina-se o Corpo de Bombeiros Militar, sugere-se a implantação dessa ou de outra metodologia similar de mensuração do desempenho. Identificam-se, nessas abordagens futuras, significativos potenciais de contribuição ao aprimoramento da gestão de desempenho público e conseqüente melhoria do bem-estar e qualidade de vida da população sul-matogrossense.

REFERÊNCIAS

ACUNA, E.; RODRIGUEZ, C. A. **Meta analysis study of outlier detection methods in classification**. Technical paper, Department of Mathematics, University of Puerto Rico at Mayaguez, 2004.

AGGARWAL, C. C. **An introduction to outlier analysis**. New York: Springer, 2013. 446 p.

ALMEIDA, R. D. **A eficiência dos investimentos do programa de inovação tecnológica em pequena empresa (pipe): uma integração da análise envoltória de dados e índice de Malmquist**. USP. São Carlos, p. 249. 2010.

AMARAL, O. D. S. **Avaliação da eficiência produtiva das unidades acadêmicas da universidade do Amazonas, nos anos de 1994 e 1995, empregando análise envoltória de dados**. UFSC. Florianópolis, p. 93. 1999.

ASANDULUI, L.; ROMAN, M.; FATULESCU, P. The efficiency of healthcare systems in Europe: a Data Envelopment Analysis Approach. **7th International Conference on Applied Statistics**, Bucharest, v. 10, 2014. 261-268.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, Set. 1984. 1078-1092.

BRAMBILLA, M. A. **Análise da eficiência da gestão do programa bolsa família para os municípios do Paraná**. UEL. Londrina, p. 64. 2015.

BRASIL. Presidência da República. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 05 Outubro 1988. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 26 Agosto 2018.

BRASIL. **Guia Referencial para Medição de Desempenho e Manual para Construção de Indicadores**. Ministério do Planejamento. Brasília, DF. 2009.

BRASIL. IBGE. Resolução nº 4, de 28 de AGOSTO de 2017. Divulga as estimativas da população para estados e municípios com data de referência em 1º de julho de 2017. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 Ago. 2017. Seção 1, p. 58.

CARLING, K. **Resistant outlier rules and the non-Gaussian case**. Computational statistics and data analysis, vol 33, 2000, p. 249-258.

CAVALCANTI, R. **Modelagem de processos de negócios: roteiro para realização de projetos de modelagem de processos de negócios**. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

CENEVIVA, W. **Lei dos registros públicos comentada**. 20ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

CHARNES, A. et al. **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications**. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1994. 513 p.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v.2, n.6, 1978. 429-444.

CIRIBELLI, M. C. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7Letras, 2003. 227 p.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. (Eds.). **Handbook on data envelopment analysis**. 2ª. ed. USA: Springer, 2011. 498 p. Disponível em:
<<https://books.google.com.br/books?id=fBbrAjpSpLYC>>. Acesso em: 23 Jul. 2018.

CVETKOSKA, V. **Data Envelopment Analysis Approach and Its Application in Information and Communication Technologies**. Proceedings of the 5th International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainable Agri-production and Environment. Skiathos: ceur-ws.org. 2011. p. 421-430.

DALACORTE, D. B. **Avaliação de desempenho no setor público: desafios e dificuldades de sua implantação**. Santa Maria, p. 25. 2014. Artigo científico.

DALMAU, M. B. L.; BENETTI, K. C. **Avaliação de Desempenho**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 176 p.

DIÁRIO OFICIAL. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**. 8.410ª. ed. Campo Grande: Imprensa Oficial, 2013. Disponível em:
<http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO8410_11_04_2013>. Acesso em: 04 Julho 2018.

DIÁRIO OFICIAL. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**. 8.650ª. ed. Campo Grande: Imprensa oficial, 2014. Disponível em:
<http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/Download/DO8650_04_04_2014>. Acesso em: 04 Julho 2018.

ESPÍRITO SANTO, A. **Delineamentos de metodologia científica**. São Paulo: Loyola, 1992. 177 p.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A**, London, v. 120. n. 3, 1957. 253-290.

FONSECA, J. J. S. D. **Metodologia da pesquisa científica**. UEC. Fortaleza, p. 127. 2002.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 120 p.

GIROLDO, F. R. S. **Alguns métodos robustos para detectar outliers multivariados**. USP. São Paulo, 2008. Dissertação apresentada no Mestrado em Ciências. 84 p.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for DEA. **Omega International Journal of Management Science**, v. 17, n. 3, 1989. 237-250.

GOMES JÚNIOR, S. F. **Índice de eficiência não radial em DEA baseado em propriedades vetoriais**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, p. 119. 2010.

GRESSLER, L. A. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. 2ª. ed. São Paulo: Loyola, 2004. 295 p.

- HAWKINS, D.M. **Identification of Outliers**: monographs on applied probability and statistics. 1ª. ed. Springer, 1980. 188 p.
- HEIDARI, M. D; OMID, M.; MOHAMMADI, A. . **Measuring productive efficiency of horticultural greenhouses in Iran**: a data envelopment analysis approach. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n.1, p. 1040-1045.
- IGLEWICZ, B., HOAGLIN, D. **How to detect and handle outliers**. ASQC Quality Press, 1993.
- JUCEMS. **Estatística de empresas constituídas no estado**, 2018. Disponível em: <<http://www.jucems.ms.gov.br/informacoes/estatisticas>>. Acesso em: 26 Ago. 2018.
- KALB, A. **Public Sector Efficiency**: Applications to Local Governments in Germany. Wiesbaden: Springer Science & Business Media, 2010. 184 p.
- KASSAI, S. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. USP. São Paulo, p. 350. 2002.
- KATES, S. **Free Market Economics**: An Introduction for the General Reader. 3ª. ed. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2017. 480 p.
- KICKERT, W. J. M.; STILLMAN, R. J. (Eds.). **The modern State and its study**: new administrative sciences in a changing Europe and United States. Cheltenham, UK. Northampton, MA: Edward Elgar, 1999.
- MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2003. 311 p.
- MARTINS, H. F.; MARINI, C. **Um guia de governança para resultados na administração pública**. Brasília: Publix Editora, 2010. 262 p.
- MATO GROSSO DO SUL (ESTADO). **Constituição do Estado de Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, 1989. Disponível em: <<https://www.tjms.jus.br/webfiles/producao/SPGE/revista/20180226144237.pdf>>. Acesso em: 04 Julho 2018. Atualizada até 10 de novembro de 2017.
- MELO JUNIOR, A. M. **Índice de Malmquist aplicado na avaliação de produtividade de soja da região de Guarapuava**. UFPR. Guarapuava, p. 91. 2005.
- OSBORNE, J.W., OVERBAY, A. **The power of outliers** (and why researchers should always check for them). *Practical Assessment, Research & Evaluation*. 2004.
- PEIXOTO, M. G. M. **Análise envoltória de dados e análise de componentes principais: uma proposta de medição de desempenho em organizações hospitalares sob a perspectiva dos hospitais universitários federais do Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 232. 2016.
- PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da Administração Pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, Jan-Mar 2008.
- PEREIRA, J. M. **Manual de Gestão Pública Contemporânea**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. 3ª. ed. São Paulo: Loyola, 2005. 145 p.

RICKARDS, R. C. Setting benchmarks and evaluating balanced scorecards with data envelopment analysis. **Benchmarking: An International Journal**, v. 10, n. 3, Set 2003. 226-245.

RODRIGUES, M. H. D. S. **Avaliação de eficiência de produtores de leite utilizando análise envoltória de dados: o caso do município de rolim de moura no estado de rondônia**. UNIR. Rondônia, 2010, p. 123. Dissertação apresentada no Mestrado em Administração.

SEO, S. **A review and comparison of methods for detecting outliers in univariate data sets**. University of Pittsburgh, 2006. 53 p. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.

SHERMAN, H. J. et al. **Economics: An Introduction to Traditional and Progressive Views**. 7ª. ed. Armonk: Routledge, 2015. 760 p.

SILVEIRA NETO, C. R.; OLIVEIRA, P. G. M. **Trilogia do desempenho empresarial: criando valor através do planejamento, do controle e da avaliação do desempenho de empresas**. Rio de Janeiro: e-papers, 2011. 164 p.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B. et al. Eficiência DEA como medida de desempenho de unidades policiais. **Revista Produção On Line**, Florianópolis, v. 5, n. 3, p. 12, Set 2005. ISSN 1676-1901.

SURCO, D. F. **Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para avaliação da eficiência técnica baseada em dea**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 115. 2004.

THANASSOULIS, E. **Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software**. Dordrecht: Kluwer, 2001. 281 p.

THANASSOULIS, E.; PORTELA, M. C. S.; DESPIĆ, O. DEA – the mathematical programming approach to efficiency analysis. In: FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. **The measurement of productive efficiency and productivity growth**. New York: Oxford University Press, 2008. Cap. 3, p. 251-420.

TUKEY, J. W. **Exploratory data analysis**. Addison-Wesely, 1977.

UNSAI, M. G.; BAL, H.; ORKCU, H. H. **A new approach to cross efficiency evaluation based on MILP model and measurement of energy efficiency**. Proceedings of the 10th International Conference on DEA. Natal: 2012. p. 22-29.

VANDERVIERE, E., HUBER, M. **An adjusted boxplot for skewed distributions**. Conference: Proceedings in Computational Statistics, section: Graphics, 2004, p. 1933-1940.

WHITE, L. D. **Introduction to the Study of Public Administration**. 4ª. ed. New York: Macmillan, 1955.

APÊNDICE A - SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO E APOIO PARA COLETA DE DADOS DA INSTITUIÇÃO

CI 2º GBM/CBMMS/00298/2018

Data: 13/06/2018.

Do: Comandante do 2º GBM.

Para: Diretoria de Atividades Técnicas.

Assunto: Pedido de Apoio em Trabalho Acadêmico.

Senhor Diretor,

Cumprimentando-o cordialmente, informo que este oficial está regularmente matriculado no curso de pós-graduação *Stricto Sensu* de Administração Pública, na Universidade Federal da Grande Dourados. A dissertação de conclusão do curso propõe-se a apresentar um modelo de avaliação do índice de eficiência das vistorias técnicas do CBMMS, utilizando-se para tal a metodologia estatística denominada "Análise Envoltória de Dados".

Para o cumprimento dos objetivos, solicito-vos apoio no sentido de obter, junto às Seções de Atividades Técnicas, informações concernentes à atividade de vistoria, primordiais para a obtenção do índice de eficiência. Para tal, inicialmente encaminho dois links para preenchimento de formulários básicos, posteriormente, serão enviadas a essa Diretoria orientações para que os militares responsáveis pela vistoria preencham outro formulário, após cada execução de vistoria, durante um prazo mínimo de 30 dias, necessários para a realização deste trabalho estatístico, com considerável nível de confiança.

Destarte, solicito-vos autorização para que as informações obtidas sejam utilizadas no trabalho acadêmico deste oficial, às quais fatalmente serão divulgadas em banca de avaliação, preservando-se as fontes e respectivas OBMs.

Seguem os links a serem encaminhados às unidades:

<https://goo.gl/forms/0ge5316KHo4Arh2q2>

<https://goo.gl/forms/baqqSGjgNCaFIINI2>

Por fim, solicito-vos que, neste primeiro momento, não seja divulgado às unidades a finalidade do preenchimento, para que a coleta de dados não seja, de alguma forma, comprometida, devendo ser a mais fidedigna possível.

Atenciosamente,

Flávio Pereira Guimarães – Ten-Cel QOBM

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE CADASTRO DE VIATURAS**Cadastro de Viaturas**

Informe todas as viaturas que, em algum momento, são utilizadas pela SAT para realização de vistorias.

OBM _____

Prefixo _____

Tipo de combustível utilizado (Em caso de carro flex, marque o combustível mais utilizado)

Placa _____

OBM _____

Autonomia (Informe quantos km a vtr roda com 1 Litro do combustível acima informado)

Responsável pelas informações _____

APÊNDICE C - CADASTRO DE VISTORIANTE E TEMPO ESTIMADO PARA VISTORIA DE CADA UM DOS ITENS DE SEGURANÇA

Cadastro de Vistoriantes

O preenchimento deve ser realizado exclusivamente por cada vistoriante

Endereço de e-mail _____

Nome completo _____

Posto/Graduação _____

Tempo de Serviço (em anos completos) _____

OBM _____

Tempo para cada item vistoriado

Agora, em sua opinião, classifique cada um dos itens abaixo listados quanto ao tempo necessário para realizar a vistoria em uma unidade de cada item relacionado.

Acesso de viaturas na edificação

Neste item, mensure o tempo necessário para: Verificar dimensões do portão, acesso das viaturas e retorno para as vias de acesso.

Tempo por cada acesso de viatura:

- Até 4 minutos
- Entre 4 e 6 minutos
- Entre 6 e 8 minutos
- Entre 8 e 10 minutos
- Acima de 10 minutos
- Não sei informar

Alarme de Incêndio

Neste item, mensure o tempo necessário para: Verificar a central de alarme, instalação e teste de funcionamento de uma botoeira.

Tempo por alarme de incêndio:

- Até 4 minutos
- Entre 4 e 5 minutos
- Entre 5 e 6 minutos
- Entre 6 e 7 minutos
- Acima de 7 minutos
- Não sei informar

Brigada de Incêndio

Neste item, mensure o tempo necessário para: Avaliação oral e prática de pelo menos um brigadista, conferência dos certificados e atestado de brigada.

Tempo por brigada de incêndio:

- Até 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Acima de 30 minutos
- Não sei informar

Brigada Profissional

Neste item, mensure o tempo necessário para: Avaliação oral e prática de um brigadista profissional, conferência dos certificados e atestado de brigada.

Tempo por brigada profissional:

- Até 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Acima de 30 minutos
- Não sei informar

Chuveiros automáticos

Neste item, mensure o tempo necessário para: Verificar quantidade e distanciamento entre os chuveiros, instalação das bombas, RTI e teste de funcionamento do sistema.

Tempo total do sistema:

- Até 10 minutos
- Entre 10 e 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Acima de 30 minutos
- Não sei informar

Compartimentação

Neste item, mensure o tempo necessário para: Verificar dimensionamento, afastamentos e aberturas da compartimentação e instalação da parede corta-fogo.

Tempo total para cada compartimentação:

- Até 5 minutos
- Entre 5 e 10 minutos
- Entre 10 e 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Acima de 20 minutos
- Não sei informar

Controle de fumaça

Neste item, mensure o tempo necessário para: Verificar componentes adotados para o sistema de controle de fumaça: barreiras de fumaça, grelhas e venezianas, dutos e fontes de alimentação elétrica.

Tempo total do sistema:

- Até 10 minutos
- Entre 10 e 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Acima de 25 minutos
- Não sei informar

Controle de materiais de acabamento e revestimento

Neste item, mensure o tempo necessário para: Verificar os tipos de materiais utilizados no piso, parede/divisória, teto/forro e cobertura.

Tempo total para cada 100m²:

- Até 3 minutos
- Entre 3 e 5 minutos
- Entre 5 e 7 minutos
- Entre 7 e 9 minutos
- Acima de 9 minutos
- Não sei informar

Detecção automática de incêndio

Neste item, mensure o tempo necessário para: Verificar quantidade, distanciamento e altura dos detectores, central de detecção e teste de funcionamento.

Tempo total do sistema:

- Até 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Acima de 30 minutos
- Não sei informar

Escadas pressurizadas

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar a sala dos motoventiladores, compartimentação, dutos e demais medidas de segurança necessárias (iluminação de emergência, detecção, antecâmara), grupo motogerador, distanciamento mínimo em relação às aberturas próximas à tomada de ar da pressurização e registro de sobrepressão ou sistema assemelhado.

Tempo total do sistema:

- Até 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Acima de 30 minutos
- Não sei informar

Sistema de resfriamento com espuma

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar quantidade de LGE, localização do recipiente de armazenamento, validade, material da tubulação e teste de funcionamento do sistema de resfriamento.

Tempo total do sistema:

- Até 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Acima de 30 minutos
- Não sei informar

Extintores de Incêndio

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar lacre, validade, pressurização, altura e sinalização do extintor.

Tempo total por extintor:

- Até 1 minuto
- Entre 1 e 2 minutos
- Entre 2 e 3 minutos
- Entre 3 e 4 minutos
- Acima de 4 minutos
- Não sei informar

Plano de emergência

Neste item, mesure o tempo necessário para: Analisar o plano de emergência.

Tempo total por plano de emergência:

- Até 5 minutos
- Entre 5 e 10 minutos
- Entre 10 e 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Acima de 20 minutos
- Não sei informar

Hidrantes e mangotinhos

Neste item, mesure o tempo necessário para: Além de ser verificado o sistema como um todo (bombas de incêndio, material da tubulação, RTI e teste do sistema), deverá ser mensurado o tempo de vistoria de uma caixa de hidrante (equipamentos, sinalização necessária, etc).

Tempo total do sistema (levar em consideração apenas 01 ponto de hidrante):

- Até 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Acima de 30 minutos
- Não sei informar

Iluminação de emergência

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar altura de instalação e funcionamento.

Tempo total por iluminação de emergência:

- Até 30 segundos
- Entre 30 segundos e 1 minuto
- Entre 1 e 1,5 minuto
- Entre 1,5 e 2 minutos
- Acima de 2 minutos
- Não sei informar

Saída de emergência vertical (escada não enclausurada)

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar dimensões da saída, distância de caminhamento, instalação dos guarda-corpos e corrimãos, dimensionamento dos degraus e patamares.

Tempo total por pavimento:

- Até 7 minutos
- Entre 7 e 9 minutos
- Entre 9 e 11 minutos
- Entre 11 e 13 minutos
- Acima de 13 minutos
- Não sei informar

Saída de emergência vertical (escada protegida)

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar dimensões da saída, distância de caminhamento, instalação dos guarda-corpos e corrimãos, dimensionamento dos degraus e patamares, porta corta-fogo e ventilação.

Tempo total por pavimento:

- Até 10 minutos
- Entre 10 e 12 minutos
- Entre 12 e 14 minutos
- Entre 14 e 16 minutos
- Acima de 16 minutos
- Não sei informar

Saída de emergência vertical (escada a prova de fumaça)

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar dimensões da saída, distância de caminhamento, instalação dos guarda-corpos e corrimãos, dimensionamento dos degraus e patamares, porta corta-fogo, antecâmaras e dutos de ventilação.

Tempo total por pavimento:

- Até 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Acima de 30 minutos
- Não sei informar

Saídas de emergência horizontal

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar cálculo populacional, dimensões da saída, tipo de abertura e distância de caminhamento.

Tempo total por uma saída de emergência:

- Até 5 minutos
- Entre 5 e 10 minutos
- Entre 10 e 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Acima de 20 minutos
- Não sei informar

Isolamento de risco

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar distanciamento entre as edificações.

Tempo total por isolamento de duas edificações:

- Até 2 minutos
- Entre 2 e 4 minutos
- Entre 4 e 6 minutos
- Entre 6 e 8 minutos
- Acima de 8 minutos
- Não sei informar

Sinalização de emergência

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar material, padronização e altura da sinalização de emergência.

Tempo total por isolamento de duas edificações:

- Até 30 segundos
- Entre 30 segundos e 1 minuto
- Entre 1 e 1,5 minuto
- Entre 1,5 e 2 minutos
- Acima de 2 minutos
- Não sei informar

Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar tipo de sistema utilizado, aterramento e documentação.

Tempo total do sistema:

- Até 5 minutos
- Entre 5 e 7 minutos
- Entre 7 e 9 minutos
- Entre 9 e 11 minutos
- Acima de 11 minutos
- Não sei informar

Sistema fixo de gases limpos e dióxido de carbono (CO₂)

Neste item, mesure o tempo necessário para: Verificar botoeiras de acionamento, detectores, bateria de cilindros de gases, válvula de bloqueio e teste de funcionamento.

Tempo total do sistema:

- Até 10 minutos
- Entre 10 e 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Acima de 25 minutos
- Não sei informar

Complexidade de procedimentos burocráticos

Por fim, classifique cada um dos procedimentos abaixo listados quanto ao nível de dificuldade e que, consequentemente, exigem maior ou menor tempo durante uma vistoria.

Apreensão de produtos, materiais e equipamentos

Neste item, mesure o tempo necessário para: Preenchimento da Notificação, Auto de infração e Auto de Apreensão.

Tempo total do procedimento de apreensão:

- Até 30 minutos
- Entre 30 e 35 minutos
- Entre 35 e 40 minutos
- Entre 40 e 45 minutos
- Acima de 45 minutos
- Não sei informar

Cassação do CVCBM

Neste item, mesure o tempo necessário para: Preenchimento da Notificação, Auto de infração e Auto de Cassação.

Tempo total do procedimento de cassação:

- Até 30 minutos
- Entre 30 e 35 minutos
- Entre 35 e 40 minutos
- Entre 40 e 45 minutos
- Acima de 45 minutos
- Não sei informar

Embargo

Neste item, mesure o tempo necessário para: Preenchimento da Notificação, Auto de infração e Auto de Embargo.

Tempo total do procedimento de embargo:

- Até 30 minutos
- Entre 30 e 35 minutos
- Entre 35 e 40 minutos
- Entre 40 e 45 minutos
- Acima de 45 minutos
- Não sei informar

Notificação

Neste item, mesure o tempo necessário para: Preenchimento da Notificação.

Tempo total do procedimento de embargo:

- Até 10 minutos
- Entre 10 e 15 minutos
- Entre 15 e 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Acima de 25 minutos
- Não sei informar

Expedição de multa

Neste item, mesure o tempo necessário para: Preenchimento da Notificação e Auto de infração.

Tempo total do procedimento de multa:

- Até 20 minutos
- Entre 20 e 25 minutos
- Entre 25 e 30 minutos
- Entre 30 e 35 minutos
- Acima de 35 minutos
- Não sei informar

Interdição total ou parcial do estabelecimento, da atividade ou do empreendimento

Neste item, mesure o tempo necessário para: Preenchimento da Notificação, Auto de infração e Auto de Interdição.

Tempo total do procedimento de interdição:

- Até 30 minutos
- Entre 30 e 35 minutos
- Entre 35 e 40 minutos
- Entre 40 e 45 minutos
- Acima de 45 minutos
- Não sei informar

**APÊNDICE D – COMUNICAÇÃO À DIRETORIA DE APOIO LOGÍSTICO DO
CBMMS, VERSANDO SOBRE VALORES DE COMBUSTÍVEIS**

CI 2º GBM/CBMMS/00465/2018

Data: 25/09/2018.

Do: Comandante do 2º GBM.

Para: Diretoria de Apoio Logístico.

Assunto: Pedido de Apoio em Trabalho Acadêmico.

Senhor Diretor,

Cumprimentando-o cordialmente, informo que este oficial está regularmente matriculado no curso de pós-graduação *Stricto Sensu* de Administração Pública, na Universidade Federal da Grande Dourados. A dissertação de conclusão do curso propõe-se a apresentar um modelo de avaliação do índice de eficiência das vistorias técnicas do CBMMS, utilizando-se para tal uma metodologia estatística denominada “Análise Envoltória de Dados”.

Para o cumprimento dos objetivos, solicito-vos apoio no sentido de informar o valor atualizado pago pelo estado de Mato Grosso do Sul à empresa fornecedora do combustível utilizado pelas viaturas do CBMMS, tanto no valor do litro de diesel quanto no de gasolina e etanol, caso esse seja utilizado. Caso haja diferenças entre valores pagos, de acordo com o município, solicito a gentileza de apontar tais distinções.

A presente pesquisa já foi anteriormente autorizada pelo senhor comandante geral do CBMMS.

Saliento que os valores informados serão preservados, vindo apenas a compor os cálculos necessários para a consecução dos objetivos do trabalho.

Atenciosamente,

Flávio Pereira Guimarães – Ten-Cel QOBM

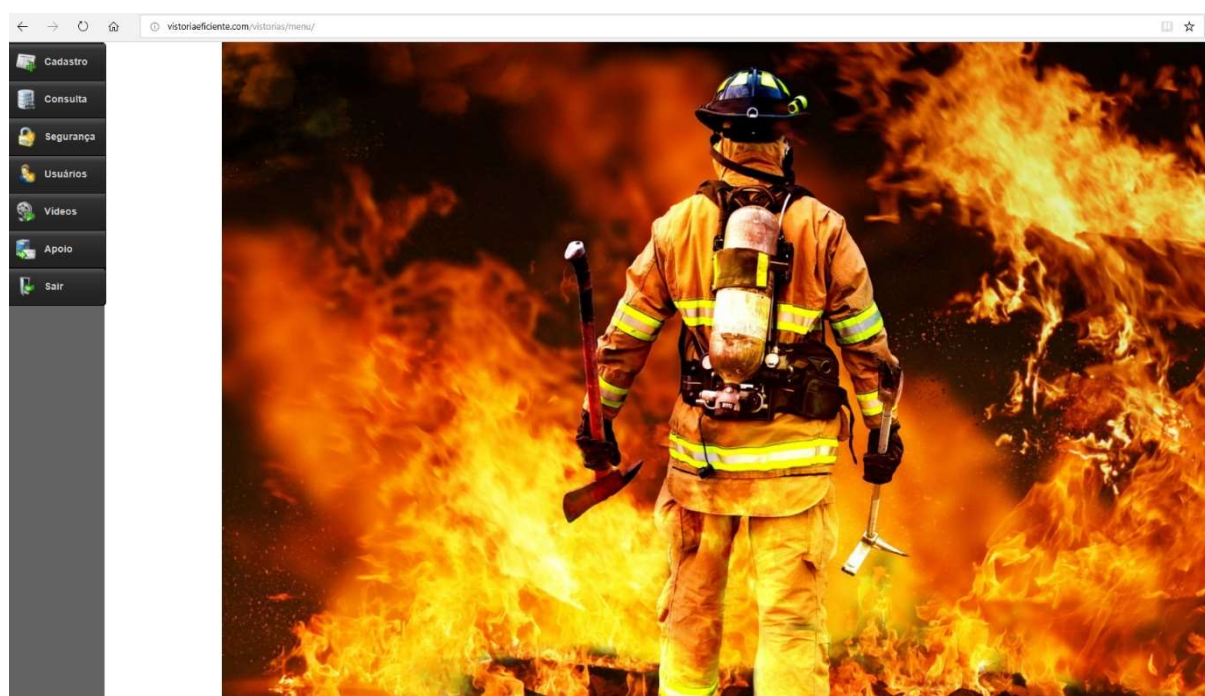
APÊNDICE E – TELAS DO APLICATIVO *WEB* DE COLETA DE DADOS

Figura A1 – Tela de login do aplicativo de coleta de dados.



Fonte – Elaboração própria.

Figura A2 – Tela principal do aplicativo de coleta de dados.



Fonte – Elaboração própria.

Figura A3 – Tela de cadastro para as dicas de ajuda do sistema (acesso restrito ao administrador).

Atualização - help 02/06/2019

Busca rápida Novo Salvar Excluir

Tópico * ACESSO PARA VIATURAS ?

Formulário * DISPOSITIVOS VISTORIADOS ?

Descrição *

Vias trafegáveis com prioridade para a aproximação e operação dos veículos e equipamentos de emergência juntos às edificações e instalações industriais. Durante a vistoria deve-se: verificar as dimensões do portão, acesso das viaturas e retorno para as vias de acesso. Marque uma unidade para cada acesso vistoriado.

* Campo de preenchimento obrigatório

Ir para [1 de 42]

Fonte – Elaboração própria.

Figura A4 – Tela de cadastro dos itens de prevenção e seus respectivos pesos (acesso restrito ao administrador).

Atualização - Preventivo 02/06/2019

Busca rápida Novo

Código	Nome *	Peso
1	ACESSO DE VIATURAS NA EDIFICAÇÃO	1
2	ALARME DE INCÊNDIO	2
3	BRIGADA DE INCÊNDIO	4
4	BRIGADA PROFISSIONAL	4
5	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	6
6	COMPARTIMENTAÇÃO	2
7	CONTROLE DE FUMAÇA	4
8	CONTROLE DE MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO	1
9	DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIO	4
10	ESCADAS PRESSURIZADAS	4

* Campo de preenchimento obrigatório

Ir para Visualizar 10 [1 a 10 de 23]

Fonte – Elaboração própria.

Figura A5 – Tela de cadastro dos vistoriantes (acesso restrito ao administrador).

Atualização - militar 03/06/2019

Busca rápida Novo Salvar Excluir

Código 2

Nome * XXXXXXX

Graduação * 1º SGT BM

Tempo de Serviço * DE 20 A 25 ANOS

Salário (R\$) *

OBM * 6º GBM - CAMPO GRANDE

* Campo de preenchimento obrigatório

Ir para [2 de 82]

Fonte – Elaboração própria.

Figura A6 – Tela de cadastro das *DMUs* (acesso restrito ao administrador).

Código	OBM	Município
1	1º GBM	CAMPO GRANDE
2	2º GBM	DOURADOS
3	3º GBM	CORUMBÁ
4	4º GBM	PONTA PORÃ
5	5º GBM	TRÊS LAGOAS
6	6º GBM	CAMPO GRANDE
7	1º SGBM	AQUIDAUANA
8	2º SGBM	JARDIM
9	3º SGBM	NOVA ANDRADINA
10	4º SGBM	PARANAÍBA

Fonte – Elaboração própria.

Figura A7 – Tela de cadastro dos procedimentos de vistoria e seus respectivos pesos (acesso restrito ao administrador).

Idprocedimento	Descrição	Peso
1	NOTIFICAÇÃO	2
2	APREENSÃO DE PRODUTOS, MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	5
3	CASSAÇÃO DO CVCBM	5
4	INTERDIÇÃO TOTAL OU PARCIAL DO ESTABELECIMENTO, DA ATIVIDADE OU DO EMPREENDIMENTO	6
5	EMBARGO	5
6	AUTUAÇÃO	5

Fonte – Elaboração própria.

Figura A8 – Tela de cadastro das viaturas (acesso restrito ao administrador e comandantes de unidades).

Fonte – Elaboração própria.

Figura A9 – Tela de cadastro das vistorias.

Atualização - Editar Vistoria 03/06/2019

Busca rápida 1 2 3 4 5 Novo Salvar Excluir Ajuda

Dados da Vistoria

Nº da vistoria 619

Data * 08/03/2019 dd/mm/aaaa

Local * XXXXXXXX

Viatura * AC-112

Horário Inicial * 10:28 hh:mm

Horário no Local * 10:40 hh:mm

Horário de Retorno * 10:45 hh:mm

Horário Final * 12:17 hh:mm

Km Inicial * 53.302

Km Final * 53.310

Área Vistoriada (m²) * 20

Isento de Taxa * Sim Não

Valor da Taxa 0,00

Fonte – Elaboração própria.

Figura A10 – Tela de cadastro da equipe de vistoria, procedimentos efetuados e dispositivos vistoriados.

Vistoriantes

Novo Ajuda

Vistoriante *

✓ ✗ FLÁVIO PEREIRA GUIMARÃES

Registros não encontrados

* Campo de preenchimento obrigatório

Procedimentos Efetuados

Novo Ajuda

Procedimento *

✓ ✗ AUTUAÇÃO

Registros não encontrados

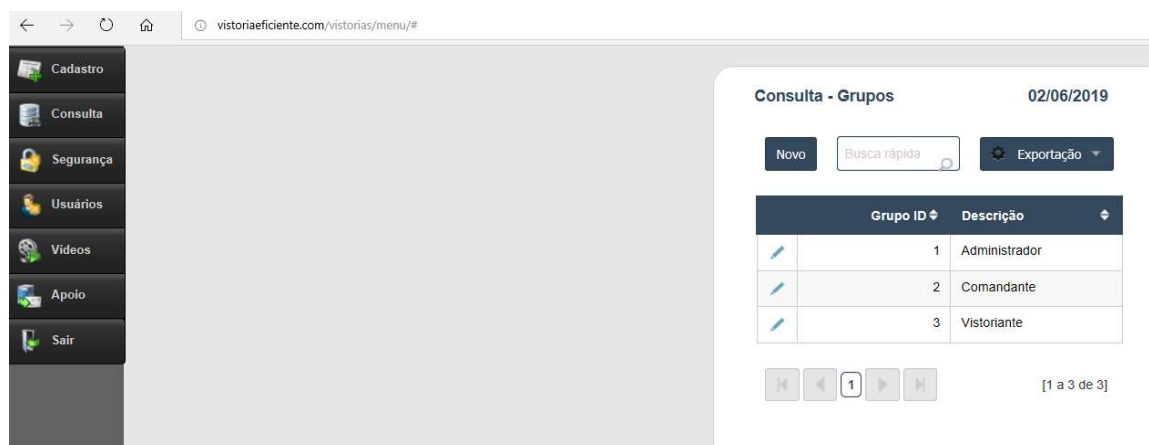
Dispositivos Vistoriados

Novo Ajuda

Qtde *	Dispositivo *
1	EXTINTORES DE INCÊNDIO
1	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

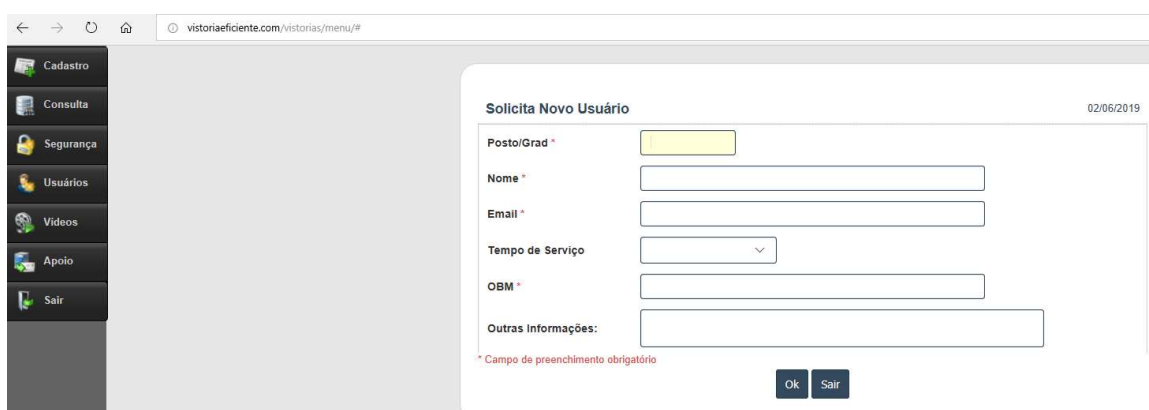
Fonte – Elaboração própria.

Figura A11 – Tela de cadastro dos grupos de usuário (acesso restrito ao administrador).



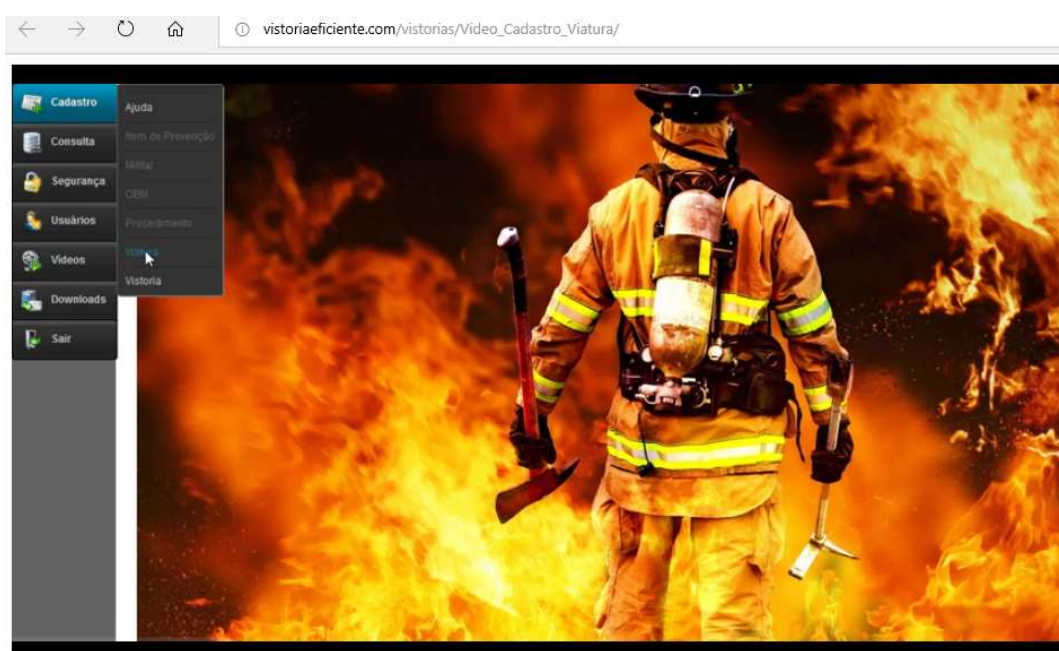
Fonte – Elaboração própria.

Figura A12 – Tela de solicitação de novo usuário.



Fonte – Elaboração própria.

Figura A13 – Tela de exibição de vídeo explicativo.



Fonte – Elaboração própria.

Figura A14 – Tela para comunicação com o administrador do sistema.

The screenshot shows a web browser window with the URL 'vistoriaeficiente.com/vistorias/menu/#'. On the left is a vertical menu with options: Cadastro, Consulta, Segurança, Usuários, Vídeos, Apoio, and Sair. The main content area displays a form titled 'Fale com o Administrador' dated 02/06/2019. The form contains several input fields: OBM, Posto/Grad, Nome, E-mail, Celular, and Mensagem. At the bottom of the form are two buttons: 'Enviar' and 'Cancelar'.

Fonte – Elaboração própria.

Figura A15 – Tela para consulta das vistorias realizadas.

The screenshot shows the 'Consulta - Vistorias' page dated 03/06/2019. It features a search bar labeled 'Busca rápida' and a 'Novo' button. Below is a table with the following columns: N°, Local, Data, Viatura, Área (m²), Taxa, and Vistoriantes. The table contains 11 rows of data, each with a magnifying glass icon in the first column.

N°	Local	Data	Viatura	Área (m²)	Taxa	Vistoriantes
619		08/03/2019	AC-112	20.00	0	
614		08/03/2019	AC-112	1267.00	606	
613		08/03/2019	AC-112	300.00	0	
615		08/03/2019	AC-112	650.00	385	
616		08/03/2019	AC-112	450.00	0	
617		08/03/2019	AC-112	100.00	0	
618		08/03/2019	AC-112	251.00	220	
612		01/03/2019	AC-112	1448.00	606	
609		27/02/2019	AS-57	1296.00	606	
611		27/02/2019	AS-57	1200.00	0	

Fonte – Elaboração própria.

Figura A16 – Tela para consulta dos usuários cadastrados no sistema.

The screenshot shows the 'Consulta' page dated 03/06/2019. It includes a 'Novo' button, a search bar 'Busca rápida', and an 'Exportação' button. The table lists users with columns: Grad, Nome, Login, and Unidade. Each row has a magnifying glass icon in the first column. At the bottom, there are navigation buttons and a page indicator '[1 a 10 de 84]'.

Grad	Nome	Login	Unidade
ST BM			1º GBM
1º SGT BM			1º GBM
ST BM			1º GBM
CB BM			1º GBM
ST BM			1º GBM
2º SGT BM			1º GBM
1º SGT BM			1º GBM
1º SGT BM			1º GBM
TC BM			1º GBM
2º TEN BM			2º GBM

Fonte – Elaboração própria.

Figura A17 – Tela de consulta às orientações de ajuda do sistema.

Consulta - help 05/08/2019

Busca rápida Sair

Tópico	Descrição
ACESSO PARA VIATURAS	Vias trafegáveis com prioridade para a aproximação e operação dos veículos e equipamentos de emergência juntos às edificações e instalações industriais. Durante a vistoria deve-se: verificar as dimensões do portão, acesso das viaturas e retorno para as vias de acesso. Marque uma unidade para cada acesso vistoriado.
BRIGADA DE INCÊNDIO	Grupo organizado de pessoas, voluntárias ou não, treinadas e capacitadas em prevenção e combate a incêndios e primeiros socorros, para atuação em edificações ou áreas de risco. Durante a vistoria deve-se realizar avaliação oral e prática de pelo menos um brigadista, conferência dos certificados e atestado de brigada. Marque uma unidade para cada brigada vistoriada.
ALARME DE INCÊNDIO	Conjunto de dispositivos que visa a identificar um princípio de incêndio, notificando sua ocorrência a uma central, que repassará este aviso a uma equipe de intervenção, ou determinará o alarme para a edificação, com o consequente abandono da área. Durante a vistoria deve-se: verificar a central de alarme, instalação e teste de funcionamento de uma botoeira. Marque uma unidade para cada alarme de incêndio vistoriado.
BRIGADA PROFISSIONAL	Brigada particular composta por pessoas habilitadas que exercem, em caráter habitual, função remunerada e exclusiva de prevenção e combate a incêndios e primeiros socorros, contratadas diretamente por empresas privadas ou públicas, por sociedades de economia mista ou por empresas especializadas, para atuação em edificações e áreas de risco. Durante a vistoria deve-se realizar a avaliação oral e prática de um brigadista profissional, conferência dos certificados e atestado de brigada. Marque uma unidade por brigada vistoriada.
CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	Para fins de proteção contra incêndio, consiste de um sistema integrado de tubulações, alimentado por uma ou mais fontes de abastecimento automático de água. A parte do sistema de chuveiros automáticos acima do piso consiste de uma rede de tubulações, dimensionada por tabelas ou por cálculo hidráulico, instalada em edifícios, estruturas ou áreas, normalmente junto ao teto, à qual são conectados chuveiros segundo um padrão regular. O sistema é normalmente ativado pelo calor do fogo e descarrega água sobre a área de incêndio em uma densidade adequada para extingui-lo ou controlá-lo em seu estágio inicial. Durante a vistoria deve-se: verificar quantidade e distanciamento entre os chuveiros, instalação das bombas, RTI e teste de funcionamento do sistema. Marque uma unidade por sistema completo.
COMPARTIMENTAÇÃO	Medidas de proteção passiva, constituídas de elementos de construção corta-fogo, destinadas a evitar ou minimizar a propagação do fogo, calor e gases, interna ou externamente ao edifício, no mesmo pavimento ou para pavimentos elevados consecutivos, dentro de uma área máxima de compartimentação pré-estabelecida. Durante a vistoria deve-se: verificar dimensionamento, afastamentos e aberturas da compartimentação e instalação da parede corta-fogo. Marque uma unidade para cada área compartimentada vistoriada.

Fonte – Elaboração própria.