



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (FCT)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
(PPGEP)

DIEGO ANDRÉ MOTA DA SILVA

**Avaliação da eficiência das unidades periciais da Polícia
Técnico-Científica de Goiás: uma aplicação da análise
envoltória de dados**

APARECIDA DE GOIÂNIA/GO

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

DIEGO ANDRÉ MOTA DA SILVA

3. Título do trabalho

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DAS UNIDADES PERICIAIS DA POLÍCIA TÉCNICO-CIENTÍFICA DE GOIÁS: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Paulino Roriz Junior, Professor do Magistério Superior**, em 14/03/2025, às 13:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diego André Mota Da Silva, Discente**, em 14/03/2025, às 18:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5234700** e o código CRC **5C4DADFA**.

Referência: Processo nº 23070.001755/2025-60

SEI nº 5234700

DIEGO ANDRÉ MOTA DA SILVA

Avaliação da eficiência das unidades periciais da Polícia Técnico-Científica de Goiás: uma aplicação da análise envoltória de dados

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção

Linha de pesquisa: Tecnologias em Processos e Produtos

Orientador: Prof. Dr. Marcos Paulino Roriz Junior

APARECIDA DE GOIÂNIA/GO

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Diego André Mota da
Avaliação da eficiência das unidades periciais da Polícia Técnico Científica de Goiás [manuscrito] : uma aplicação da análise envoltória de dados / Diego André Mota da Silva. - 2025.
100 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Paulino Roriz Junior.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Aparecida de Goiânia, 2025.
Bibliografia. Apêndice.
Inclui abreviaturas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Análise Envoltória de Dados. 2. Perícia criminal. 3. Polícia Técnico-Científica de Goiás. 4. Eficiência. I. Roriz Junior, Marcos Paulino, orient. II. Título.

CDU 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **51** da sessão de Defesa de Dissertação de **Diego André Mota da Silva**, que confere o título de Mestre e m **Engenharia de Produção**, na área de concentração em **Gestão Estratégica e Operacional da Produção**.

Ao/s **três dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e cinco**, a partir das **10h00min**, de forma **virtual através da Plataforma Google Meet**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“Avaliação do método DEA para mensurar a eficiência das unidades periciais da Polícia Técnico-Científica de Goiás”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Marcos Paulino Roriz Junior (PPGEP/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora **Lie Yamanaka (PPGEP/UFG)**, membro titular interno, cuja participação ocorreu através de videoconferência; Professor Doutor **Sérgio Castro Gomes (PPAD/UNAMA)**, membro titular externo, cuja participação ocorreu através de videoconferência; e Professor Doutor **Hélio Yochihiro Fuchigami (PPGEP/UFG)**, membro titular interno, cuja participação ocorreu através de videoconferência. Durante a arguição os membros da banca **FIZERAM** sugestão de alteração do título do trabalho **conforme explicitado abaixo**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **APROVADO** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Marcos Paulino Roriz Junior**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **três dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e cinco**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DAS UNIDADES PERICIAIS DA POLÍCIA TÉCNICO-CIENTÍFICA DE GOIÁS: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Paulino Roriz Junior, Professor do Magistério Superior**, em 03/02/2025, às 12:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lie Yamanaka, Professor do Magistério Superior**, em 03/02/2025, às 12:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **SERGIO CASTRO GOMES, Usuário Externo**, em 03/02/2025, às 12:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Helio Yochihiro Fuchigami, Usuário Externo**, em 17/03/2025, às 16:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5136813** e o código CRC **CF6488BA**.

Referência: Processo nº 23070.001755/2025-60

SEI nº 5136813

RESUMO

A crescente demanda por perícias criminais comina a Polícia Técnico-Científica de Goiás (PTC-GO) a aprimorar constantemente seus métodos de trabalho, bem como sua estrutura organizacional. Nesse contexto, é imprescindível que se faça uso de boas técnicas para aferir a eficiência das unidades periciais a fim de apoiar os tomadores de decisão a estruturar o serviço público prestado pela PTC-GO de modo a atender às políticas públicas e às demandas da população. Uma boa ferramenta é a Análise Envoltória de Dados (DEA), que se propõe a mensurar e comparar a eficiência de unidades tomadoras de decisão de acordo com suas características específicas. Apesar de ser uma técnica bastante difundida em diversas áreas, não há muitos trabalhos em que ela foi aplicada no meio pericial. Nesse contexto, este trabalho utilizou a técnica DEA para mensurar a eficiência das unidades periciais da Polícia Técnico-Científica de Goiás. Para tanto, foram consideradas como variáveis de entrada a quantidade de requisições recebidas e a quantidade de peritos de cada unidade por 100 mil habitantes, bem como variáveis de saída a quantidade de laudos produzidos por 100 mil habitantes, a razão de laudos por requisições e o tempo médio de produção do laudo pericial. Os dados foram coletados a partir do sistema de informações de criminalística do Estado de Goiás, denominado ODIN, e os resultados permitiram a construção de um panorama dos níveis de eficiência das unidades da PTC-GO. A partir do cálculo de alvos, foi possível identificar possíveis gargalos e formular sugestões para que as unidades atingissem a eficiência padrão.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados; Perícia criminal; Polícia Técnico-Científica de Goiás; Eficiência

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE FORENSIC UNITS OF THE TECHNICAL-SCIENTIFIC POLICE OF GOIÁS: AN APPLICATION OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS – ABSTRACT

The growing demand for forensic investigations forces the Technical-Scientific Police of Goiás (PTC-GO) to constantly improve its work methods and its organizational structure. In this context, it is essential to use good techniques to assess the efficiency of forensic units in order to support decision-makers in structuring the public service provided by PTC-GO in order to meet public policies and the demands of the population. One good tool is Data Envelopment Analysis (DEA), which aims to measure and compare the efficiency of decision-making units according to their specific characteristics. Although it is a widely used technique in several areas, there are not many studies in which it has been applied in forensic field. In this context, this study used the DEA technique to measure the efficiency of the forensic units of the Goiás Technical-Scientific Police. To this end, the number of requests received and the number of experts in each unit per 100,000 inhabitants were considered as input variables, as well as the number of reports produced per 100,000 inhabitants, the ratio of reports to requests and the average time to produce the forensic report. The data were collected from the criminalistics information system – ODIN and the results allowed the construction of an overview of the efficiency levels of the PTC-GO units. From the calculation of targets, it was possible to identify possible bottlenecks and formulate suggestions for the units to reach standard efficiency.

Keywords: Data Envelopment Analysis; Criminal expertise; Technical-Scientific Police of Goiás; Efficiency

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPP – Código de Processo Penal

CRPTC – Coordenadoria Regional de Polícia Técnico-Científica

CRS – Retorno de Escala Constante (*Constant Return Scale*)

CVLI – Crimes Violentos Letais Intencionais

CVPA – Crimes Violentos contra o Patrimônio

CVPE – Crimes Violentos contra a Pessoa

DEA – Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*)

DMU – Unidade Tomadora de Decisão (*Decision Making Unit*)

EPI – Equipamento de Proteção Individual

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICLR – Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues

ODIN – Sistema de Informações de Criminalística

PTC-GO – Polícia Técnico-Científica de Goiás

SCL – Sistema de Controle de Laudos de Medicina Legal

SSP-GO – Secretaria de Estado da Segurança Pública de Goiás

VRS – Retorno de Escala Variável (*Variable Return Scale*)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração da Fronteira de eficiência	22
Figura 2 – Formulações matemáticas do modelo CCR.....	25
Figura 3 – Formulações matemáticas do modelo BCC	26
Figura 4 – Fronteiras DEA BCC clássica e invertida.....	27
Figura 5 – Fluxo básico da perícia.....	30
Figura 6 – Principais tipos de exames da PTC-GO.....	35
Figura 7 – Área de abrangência de cada unidade de perícia externa.....	41
Figura 8 – Relação dos dez exames mais realizados pela PTC-GO em 2023	42
Figura 9 – Dados de entrada e saída utilizados	45
Figura 10 - Distribuição de peritos para o exame de local de furto/roubo/dano	51
Figura 11 - Distribuição de peritos para o exame de local de morte violenta	51
Figura 12 - Distribuição de peritos para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.....	52
Figura 13 - Quantidade requisições por 100 mil habitantes para o exame de local de furto/roubo/dano	53
Figura 14 - Quantidade requisições por 100 mil habitantes para o exame de local de morte violenta	53
Figura 15 - Quantidade requisições por 100 mil habitantes para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.....	54
Figura 16 - Relação entre o total de laudos e o total de requisições.....	55
Figura 17 - Média de tempo de produção de laudos.....	55
Figura 18 - Tempo médio de produção do laudo por exame.....	56
Figura 19 - Distribuição geográfica das DMUs de acordo com as médias de eficiência.....	61
Figura 20 – Frequência de <i>benchmarks</i> para o exame de local de furto/roubo/dano	64
Figura 21 – Frequência de <i>benchmarks</i> para o exame de local de morte violenta	65
Figura 22 – Frequência de <i>benchmarks</i> para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudos envolvendo DEA e Segurança Pública	38
Tabela 2 – Unidades regionais da PTC-GO	41
Tabela 3 – Quantidade de laudos produzidos por perito na unidade ICLR para o exame de local de morte violenta.....	47
Tabela 4 – Valores de entrada e saída para o exame de local de furto / roubo / dano....	50
Tabela 5 - Resultados de eficiências das unidades regionais da PTC-GO para o exame de local de furto/roubo/dano.....	57
Tabela 6 - Resultados de eficiências das unidades regionais da PTC-GO para o exame de local de morte violenta	57
Tabela 7 - Resultados de eficiências das unidades regionais da PTC-GO para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal	58
Tabela 8 - Média das eficiências compostas normalizadas	60
Tabela 9 - Alvos sugeridos pelo modelo DEA para a DMU 03-CRPTC para o exame de local de furto/roubo/dano.....	62
Tabela 10 - DMUs classificadas com falsa eficiência.....	63
Tabela 11 – Variação de alvos para unidades ineficientes atingirem eficiência padrão para o exame de local de furto/roubo/dano	66
Tabela 12 - Variação de alvos para unidades ineficientes atingirem eficiência padrão para o exame de local de morte violenta	67
Tabela 13 - Variação de alvos para unidades ineficientes atingirem eficiência padrão para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal	67

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	18
1.1.1	Objetivo Geral	18
1.1.2	Objetivos Específicos	18
1.2	Justificativa	18
1.3	Organização do Trabalho	19
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1.	Teoria Microeconômica	20
2.2.	Eficiência	21
2.3.	Análise Envoltória de Dados	22
2.3.1.	Tipos de modelos	24
2.3.2.	Fronteira invertida	26
2.3.3.	Variáveis indesejáveis (Bad outputs)	27
2.3.4.	Escolha de variáveis	28
2.4.	Perícia Criminal	29
2.4.1.	Requisição de exames	30
2.4.2.	Designação de equipe para atendimento	30
2.4.3.	Identificação, preparo e preservação dos vestígios	31
2.4.4.	Exames, análise e confecção do laudo pericial	32
2.4.5.	Unidades periciais	33
2.4.6.	Trabalhos Relacionados	35
3.	METODOLOGIA	39
3.1	Definição das unidades	39
3.2	Definição de <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	43
3.3	Definição do modelo DEA.....	45
3.4	Pré-processamento dos dados	46
3.5	Processamento dos dados no modelo DEA	49
4.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	50

4.1	Análise dos dados de entrada.....	50
4.2	Análise dos dados de saída.....	54
4.3	Análise dos resultados de eficiência	56
4.4	Análise de alvos	62
4.5	Análise de <i>benchmarks</i>	64
5.	SUGESTÕES.....	66
5.1	Quantidade de peritos criminais (<i>input</i>).....	68
5.2	Quantidade de requisições (<i>input</i>).....	69
5.3	Quantidade de laudos periciais (<i>output</i>).....	69
5.4	Relação entre quantidade de requisições e laudos periciais (<i>output</i>).....	70
5.5	Tempo médio de produção do laudo (<i>output</i>).....	70
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71

1. INTRODUÇÃO

A Polícia Técnico-Científica de Goiás (PTC-GO) é uma das seis forças que compõem a Secretaria de Estado da Segurança Pública do estado de Goiás (SSP-GO, 2024), sendo responsável pela realização de todas as perícias oficiais de natureza criminal do estado. Tal atribuição lhe confere um papel determinante para a persecução dos processos criminais, uma vez que o laudo pericial, que é o principal produto da Perícia Criminal, é um dos meios de prova mais importantes para a formação do juízo tanto para a determinação de autoria quanto de materialidade. Manzano (2011) ressalta que o laudo pericial tem por finalidade influir na formação da persuasão racional do juiz, em seu processo cognitivo de valoração e compõe o chamado procedimento probatório.

De acordo com o organograma da PTC-GO, conforme Polícia Científica (2019), suas unidades estão distribuídas em 23 municípios do estado de Goiás, sendo 14 Coordenações Regionais, 8 Postos de Atendimento, além da unidade sede, onde são realizados os mais diversos tipos de exames periciais. Tocchetto e Espíndula (2013) subdividem as perícias criminais em diversas categorias, tais como:

- Exames periciais em locais de crimes contra a vida;
- Exames periciais em crimes contra o patrimônio;
- Exames periciais de revelação de impressões papilares;
- Exames periciais de acidentes de trânsito;
- Exames de identificação de veículos automotores;
- Exames periciais de engenharia forense;
- Exames periciais de balística forense;
- Exames periciais em documentoscopia forense;
- Exames periciais em informática forense;
- Exames periciais em fonética forense;
- Exames periciais de DNA forense;
- Exames periciais de toxicologia forense; entre outros.

Contudo, mesmo sendo tão abrangente e tendo tanta importância no processo criminal, a perícia criminal vem enfrentando importantes desafios nos últimos anos. De acordo com o IBGE (2022), a população no estado de Goiás saltou de 6.001.789 em 2010 para 7.056.495 em 2022, o que representa um aumento de mais de 17% em relação ao

censo anterior. Em contrapartida, a quantidade de perícias realizadas pela PTC-GO saiu de 52 mil em 2010 para mais de 93 mil em 2022, um aumento de mais de 78%.

Esse aumento se reflete também na necessidade de aprimoramento das instituições policiais, seja através da melhoria da estrutura e dos processos organizacionais, seja por meio do aumento de efetivo humano.

Uma das medidas tomadas pela Polícia Técnico-Científica de Goiás para o aprimoramento da estrutura organizacional, foi a descentralização das atividades periciais através da criação de novas unidades instaladas em cidades com maior número de ocorrências, com o intuito de reduzir o tempo de atendimento, Notícias da SSP (2022). Porém, essa descentralização não foi baseada em um estudo técnico que avaliasse o real ganho de eficiência em relação ao modelo centralizado.

Nesse sentido, é importante que haja mecanismos de se mensurar a eficiência das unidades de segurança, sobretudo para avaliar a efetividade da aplicação das políticas públicas além de apoiar os tomadores de decisão a respeito de quais medidas devem ser tomadas a fim de melhorar a qualidade dos serviços entregues à população. Dentre as formas de avaliação e otimização de processos, destaca-se a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), que, conforme explicado por Bezić, Galović e Petar (2013), representa uma técnica de apoio à definição da eficiência organizacional, a qual pode ser obtida a partir da razão entre a soma ponderada de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) obtidas a partir dos dados das organizações. Para tanto, a técnica DEA recorre ao processo de solução de problemas de programação linear e às técnicas não-paramétricas de estimativa da fronteira, para definir diferentes pesos para cada Unidade Tomadora de Decisão (*Decision Making Unit – DMU*).

Dessa forma, esta técnica se propõe a realizar uma análise comparativa entre o conjunto de unidades definidas, considerando-se seus *inputs* e *outputs*, possibilitando a identificação das DMUs ineficientes e daquelas operando na chamada região da fronteira de eficiência (SUN e GUI, 2011). Na literatura, a técnica DEA tem sido utilizada para mensurar a eficiência de unidades de decisão, uma vez que seu método pode ser aplicado em diferentes áreas como administração, economia, contabilidade engenharia de produção e até mesmo no setor público.

No contexto policial, a técnica DEA tem sido tipicamente usada para mensurar a eficiência de unidades de policiamento ostensivo, sobretudo comparando a redução da

incidência de crimes em determinada região, conforme abordado nos trabalhos apresentados a seguir.

Em seu trabalho, Maciel (2019) promoveu um estudo dos Comandos de Policiamento Regionais do Distrito Federal por meio da Análise Envoltória de Dados. A autora aferiu a eficiência técnica dos Comandos de Policiamento Regionais do Distrito Federal no combate à criminalidade, ao longo do ano de 2017, a fim de sugerir ações corretivas para que as unidades decisórias obtivessem ganhos de eficiência.

Já Flegl e Gress (2023) utilizaram um modelo de dois estágios do DEA para verificar a eficiência técnica da segurança Pública no México. A análise revelou diferenças bastante significantes na eficiência técnica entre regiões distintas e expôs a necessidade de se considerar as características de cada cidade para melhorar as estratégias de combate à criminalidade.

Em outro trabalho, Jesus, Gomes e Meza (2014) aplicaram o modelo DEA para a avaliação da eficiência operacional das unidades de polícia pacificadora do estado do Rio de Janeiro. Após o estudo, os autores identificaram as Unidades de Polícia Pacificadora eficientes e as utilizaram como parâmetro (*benchmarks*) para a análise comparativa de desempenho das demais, de modo a delimitar metas para as unidades não eficientes.

Em todos esses trabalhos, observou-se a aplicação do modelo DEA para analisar o desempenho das polícias militares, que é uma polícia essencialmente ostensiva, em relação aos índices de criminalidade dos municípios. Porém, a atividade policial se desdobra em diversos outros processos não ostensivos, como investigação, inteligência, perícia criminal, dentre outros.

Com relação à perícia criminal, sua grande abrangência e variedade de áreas de conhecimento, dificultam a análise comparativa das unidades de trabalho, uma vez que os parâmetros de entrada e de saída normalmente são diferentes a depender da especialização de cada unidade pericial. Casos como o do menino Pedro Lucas, que sumiu após deixar o irmão na escola, G1 (2023), de Amanda Partata, que tentou assassinar mãe e filho envenenando doces, G1 Goiás (2023) ou da ação de policiais que culminou na morte de jovem próximo ao complexo prisional de Aparecida de Goiânia, O Popular (2024), ilustram a diversidade de atuações e a natureza heterogênea dos exames periciais.

Diante da enorme quantidade de informações a ser processada durante desde a requisição de exames periciais até a entrega do laudo, foi desenvolvido pela Polícia

Técnico-Científica de Goiás o Sistema de Informações de Criminalística ODIN, com o intuito de gerenciar todos os dados relativos às perícias de natureza criminal do estado de Goiás (Polícia Científica, 2018). O sistema automatiza desde o recebimento de requisições periciais, cadeia de custódia de vestígios, realização de exames até a entrega dos laudos periciais.

A fim de comparar o desempenho das unidades periciais, este trabalho investigou de forma abrangente a aplicabilidade da técnica DEA para mensurar a eficiência das atividades periciais da Polícia Técnico-Científica de Goiás. Foi realizada uma análise e síntese das entradas e saídas pertinentes a diferentes tipos de exames periciais, bem como da possibilidade de se identificar quais seriam as unidades mais e menos eficientes. Para tanto, foram utilizados os dados obtidos a partir do sistema de informações de criminalística – ODIN como fonte de dados para analisar os diferentes exames periciais.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo Geral*

Este trabalho visa avaliar a eficiência das atividades periciais em diferentes unidades da Polícia Técnico-Científica de Goiás, por meio da aplicação do método da Análise Envoltória de Dados. Esse objetivo se desdobra nos seguintes objetivos específicos.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

- i. Catalogar os principais parâmetros de entrada e saída dos exames periciais, bem como das unidades administrativas;
- ii. Definir um critério que permita avaliar quais tipos de exames periciais são mais viáveis de serem comparados entre si;
- iii. Comparar a eficiência de unidades periciais frente a um determinado tipo de exame;

1.2 Justificativa

A alta demanda por exames periciais, bem como a grande complexidade de gestão dos recursos da Polícia Técnico-Científica, tem gerado uma crescente necessidade de se melhorar a estrutura de atendimento da instituição (Casa Civil, 2023).

O aumento da capacidade de mensuração permite que o tomador de decisão consiga avaliar com mais precisão a real eficiência da sua gestão, sobretudo para responder questionamentos como: “É melhor aumentar os tipos de exames numa determinada regional?”; ou “Aumentar a quantidade de unidades instaladas poderia reduzir o tempo de atendimento das perícias?”.

Nos últimos anos, uma grande variedade de aplicações utilizou-se da técnica DEA para a avaliação do desempenho de diferentes tipos de atividades, entidades, contextos, e até mesmo diferentes países, inclusive usando DMUs de vários formatos para avaliar o desempenho de entidades que variam desde hospitais, universidades e até mesmo órgãos governamentais (COOPER, SEIFORD e ZHU, 2011).

Porém, existem poucos estudos que exploram a técnica DEA para avaliar a eficiência de atividades periciais, de modo que, aplicar essa metodologia para avaliar a eficiência das unidades periciais pode ajudar a entender o quanto um modelo não paramétrico pode ser utilizado para esse tipo de estudo, bem como pode ajudar a propor soluções viáveis para a melhoria dos processos periciais.

1.3 Organização do Trabalho

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. No Capítulo 1 foram discutidas as informações introdutórias em relação a Polícia Técnico-Científica de Goiás incluindo sua organização, abrangência e necessidades de melhorias, bem como foi apresentado o método DEA como alternativa para a análise de eficiência de unidades. Já o Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, reunindo informações quanto aos fundamentos que sustentam essa pesquisa, sobretudo abordando a visão dos autores com relação aos conceitos de eficiência, Análise Envoltória de Dados e a perícia criminal. No Capítulo 3 são expostos os materiais e métodos, discorrendo sobre os critérios para a escolha das unidades, variáveis de entrada e saída e métodos a serem utilizados. Em seguida, o Capítulo 4 traz os resultados e discussões quanto aos testes realizados com a solução proposta. O Capítulo 5 discute a respeito das sugestões em cada uma das variáveis avaliadas neste estudo. Finalmente, no Capítulo 6 é realizada a conclusão, composta pelas considerações quanto aos resultados e o objetivo da pesquisa, encerrando com indicações para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste trabalho, foi realizada uma revisão da literatura a respeito da técnica de Análise Envoltória de Dados de modo a abordar seus conceitos e aplicabilidade ao presente estudo. Também foram abordados os conceitos de eficiência, em especial dentro do contexto da segurança pública. Por fim, foram revisados os conceitos relativos à escolha de indicadores e definição de campos de entrada e saída.

2.1. Teoria Microeconômica

A teoria microeconômica e a análise envoltória de dados (DEA) são dois campos que, embora distintos, possuem interseções que permitem uma análise mais abrangente da eficiência produtiva e alocativa em diferentes contextos. A teoria microeconômica fornece a base conceitual para entender os comportamentos dos agentes econômicos e as estruturas de mercado, enquanto a DEA oferece uma técnica quantitativa para avaliar a eficiência relativa de unidades de decisão.

A teoria microeconômica se preocupa com a forma como indivíduos e empresas tomam decisões sobre a alocação de recursos escassos. Elementos fundamentais incluem a teoria do consumidor, que examina as escolhas dos consumidores para maximizar sua utilidade, e a teoria da firma, que analisa como as empresas produzem bens e serviços para maximizar seus lucros. Samuelson e Nordhaus (2010) destacam que "a microeconomia estuda como os mercados e outras instituições alocam recursos escassos entre usos alternativos" (p. 23).

A integração da teoria microeconômica com a técnica da Análise Envoltória de Dados permite uma análise mais rica do desempenho econômico. A teoria da firma, por exemplo, pode ser combinada com a DEA para avaliar a eficiência técnica e alocativa das empresas. Farrel (1957) foi pioneiro ao apresentar uma medida de eficiência que considerava a distância de uma firma em relação à fronteira de produção eficiente.

A DEA também pode ser usada para explorar conceitos microeconômicos como a teoria da utilidade e o *trade-off* entre diferentes fatores de produção. Banker, Charnes e Cooper (1984) ampliaram a abordagem inicial da DEA para incorporar retornos variáveis de escala, permitindo uma análise mais detalhada das eficiências de escala na produção.

2.2. Eficiência

Antes de se aprofundar no tema da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA), é preciso compreender claramente o conceito de eficiência, que é o principal objetivo da técnica DEA. Contudo, apesar de parecer intuitivo, conforme explanado por Maciel (2019) o conceito de eficiência muitas vezes se confunde com os conceitos de eficácia e de produtividade.

De acordo com Kassai (2002), a eficácia está relacionada ao cumprimento de objetivos traçados, isto é, ao quão perto um sistema chega de uma meta traçada, porém sem levar em conta os insumos que foram necessários para se alcançar o resultado. Assim, diz-se que um determinado processo foi eficaz quando o objetivo foi satisfatoriamente alcançado, mesmo que os recursos necessários para a obtenção do resultado o tornem economicamente inviável.

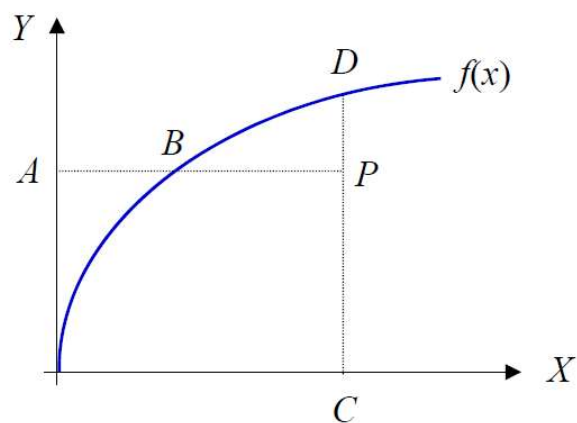
Por outro lado, o conceito de produtividade já traz uma relação de razão ou quociente entre o que foi produzido e o que foi gasto para produzir. Segundo Mariano (2007), considerando que os valores avaliados na divisão possuem unidades de medida diferentes, a produtividade poderá ter unidades diferentes para cada caso. Dessa forma, a produtividade de uma empresa pode ser medida, dentre outros parâmetros, tanto por produtos vendidos por dia, quanto por tempo médio de espera por cliente.

Por sua vez, Mello, Meza, *et al.* (2005) destacam que a eficiência compara aquilo que foi produzido, com os recursos existentes, com aquilo que eventualmente poderia ter sido produzido considerando os mesmos recursos, o que traz uma ideia de relatividade. Para tanto, é preciso comparar os resultados de uma determinada unidade produtiva com os resultados de uma unidade produtiva “ideal” para que seja possível mensurar quão próximo do ideal a primeira unidade foi avaliada. De forma resumida e simplificada, uma unidade é eficaz se ela alcançou os resultados pretendidos. Ela será produtiva caso tenha gastado uma quantidade pequena de recursos. E ela será eficiente, caso tenha se destacado positivamente em relação a outras unidades produtivas.

Adicionalmente, pode-se ainda subdividir o conceito de eficiência em eficiência técnica e eficiência de escala. Segundo Tupy *et al.* (2019), a eficiência técnica é alcançada quando, para um determinado nível de produção, a menor quantidade de insumos possível é utilizada. Já com relação à eficiência de escala, o aumento da produtividade é proporcional ao aumento dos insumos empregados no processo de produção.

A Figura 1 ilustra a relação entre insumos, produção e eficiência. O eixo X representa os insumos; o eixo Y representa a produção; a curva $f(x)$, chamada de Fronteira de Eficiência, representa o maior valor produzido para cada nível de recurso utilizado. Assim, é possível notar que o ponto P, que representa uma determinada unidade de produção, é ineficiente pois encontra-se abaixo da fronteira de eficiência. Observa-se ainda que, para que a unidade P torne-se eficiente, existem duas alternativas: aproximar-se de B através da redução de recursos ou; aproximar-se de D através do aumento da produção.

Figura 1 – Ilustração da Fronteira de eficiência



Fonte: (MELLO, MEZA, *et al.*, 2005)

2.3. Análise Envoltória de Dados

Criado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) é uma técnica de programação não paramétrica utilizada para medir a eficiência de Unidades Tomadoras de Decisão (DMU – *Decision Making Units*) que possuem múltiplas entradas e saídas (LIU, LU, *et al.*, 2013).

De acordo com Miranda, Viana e Gaick (2020), a Análise Envoltória de Dados tem sido constantemente utilizada em estudos para aferir a eficiência de instituições que possuem modelos semelhantes de entrada e saída. Simionato (2019), complementam expondo que o método se baseia na comparação de desempenho entre DMUs, que são definidas como qualquer unidade produtiva que opera sobre condições semelhantes e que transformem unidades de entrada (*inputs*) em resultados (*outputs*).

A ferramenta DEA está focada no estudo da eficiência das unidades produtivas, dividindo as unidades em eficientes e não ineficientes. De acordo com Cooper, Seiford e

Zhu (2011), as DMUs consideradas eficientes estarão situadas na fronteira de eficiência, e as DMUs consideradas ineficientes estarão situadas abaixo da fronteira de eficiência.

Segundo Lins e Calôba (2006), dentre as principais características do método DEA, destacam-se:

- Ao contrário de métodos baseados em avaliação puramente econômicas, não necessita converter todos os “*inputs*” e “*outputs*” em unidades monetárias;
- Os índices de eficiência são baseados em dados reais em vez de fórmulas teóricas;
- É uma alternativa e aos métodos da análise de tendência central e análise custo benefício;
- Considera a possibilidade de que os “*outliers*” não representem apenas desvios em relação ao comportamento “médio”, mas possíveis benchmarks a serem estudadas pelas demais Unidades Decisórias (DMUs);

De acordo com Maciel (2019), os elementos básicos da Análise Envoltória de Dados são:

- Unidades Decisórias: Unidades produtivas, ou DMUs (do inglês), que se deseja avaliar e comparar com outras unidades da mesma natureza;
- *Inputs* ou entradas: São os recursos empregados pelas DMUs para gerar determinado resultado;
- *Outputs* ou saídas: São produtos ou resultados alcançados pelas DMUs;
- Modelo escolhido: Com retorno constante e retornos variáveis;
- Orientação: Ao insumo quando o foco é redução desse elemento/ ao produto quando a ênfase é dada ao aumento desse produto;
- Fronteira de eficiência: São os melhores resultados apresentados pelo conjunto de DMUs;
- Eficiência relativa: É o valor de eficiência ou ineficiência das DMUs em relação à fronteira;
- *Benchmark*: É uma DMU eficiente que serve de referência para algumas DMUs ineficientes.

Conforme Mello, Meza, *et al.* (2005), as unidades tomadoras de decisão devem ser homogêneas, de modo a realizar tarefas similares, com objetivos semelhantes e devem atuar nas mesmas condições de mercado, se diferenciando pela quantidade de recursos utilizados e de bens produzidos.

Após a escolha do tipo das DMUs, deve-se determinar a quantidade de unidades a serem analisadas. Caso número de DMUs seja muito grande, é possível que muitas unidades estejam localizadas na fronteira de eficiência, o que reduz a capacidade do

método DEA de discriminar entre unidades eficientes e ineficientes (MELLO, MEZA, *et al.*, 2005). Por sua vez, se o número de DMUs for pequeno em relação ao número de variáveis, há uma tendência de que muitas DMUs fiquem na máxima eficiência, sendo menor a capacidade de ordenação dessas unidades decisórias (SENRA, 2007).

Para determinar o número de DMUs, Dyson, Allen, *et al.* (2001) observam que a quantidade de unidades precisa ser no mínimo o dobro da multiplicação de *inputs* e *outputs*, para melhorar a discriminação. Já Cooper, Sieford e Tone (2000) consideram que o número mínimo de DMUs a ser analisado é pelo menos o triplo da soma da quantidade de *inputs* com a de *outputs*.

Na escolha das DMUs observou-se ainda a regra geral de Banker, Charnes e Cooper (1984), que indica para o DEA que o número de DMUs seja pelo menos três vezes o número de variáveis. Quantidade que foi respeitada dado terem sido estudadas vinte e duas unidades da PTC-GO e cinco variáveis.

2.3.1. Tipos de modelos

Apesar de ser possível determinar várias formas de fronteira de eficiência, existem dois modelos clássicos de aplicação da Análise Envoltória de Dados, que são os modelos CCR e BCC.

O modelo CCR, também conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*), foi apresentado originalmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), cujas iniciais dão nome ao modelo. Esse método constrói uma superfície linear por partes, não paramétrica, envolvendo os dados, além de trabalhar com retornos constantes de escala, ou seja, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*) Mello, Meza, *et al.* (2005).

O modelo CCR pode ser orientado a *inputs* ou a *outputs*. Segundo Farrel (1957), o CCR orientado a *inputs* determina a eficiência pela otimização do quociente entre a soma ponderada das saídas (chamado de *output virtual*) e a soma ponderada das entradas (*input virtual*). O modelo permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável (entrada ou saída) da forma que lhe for mais conveniente, desde que esses pesos aplicados às outras DMUs não gerem uma razão superior a 1.

Já o modelo CCR orientado a *outputs* maximiza as saídas mantendo inalteradas as entradas. Neste modelo, as variáveis de decisão são as mesmas do modelo orientado a

inputs. Entretanto, todos os produtos devem ser multiplicados por um valor, superior a 1, mantendo-se constantes os recursos, para a DMU atingir a fronteira eficiente, conforme Mello, Meza, *et al.* (2005). Seguem, na Figura 2, as formulações matemáticas do modelo CCR, onde Eff_o e h_o representam a eficiência da DMU_0 em análise; v_i e u_j são os pesos de *inputs* i , $i = 1, \dots, r$, e *outputs* j , $j = 1, \dots, s$ respectivamente; x_{ik} e y_{jk} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU_k , $k = 1, \dots, n$; x_{i0} e x_{j0} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU_0 .

Figura 2 – Formulações matemáticas do modelo CCR

Modelo CCR orientado a <i>inputs</i>	Modelo CCR orientado a <i>outputs</i>
$\text{Max } Eff_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0}$ <p>sujeito a</p> $\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$ $v_i, u_j \geq 0, \forall i, j$	$\text{Min } h_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0}$ <p>sujeito a</p> $\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$ $u_j, v_i \geq 0, \forall j, i$

Fonte: Mello, Meza, *et al.* (2005)

Criado na década seguinte, o modelo BCC de Banker, Charnes e Cooper (1984), admite a ocorrência de retornos de escala variáveis entre as DMU's, de modo que uma entrada num processo produtivo poderia não resultar numa saída correspondente. De acordo com Miranda, Viana E Gaick (2020), isto possibilita uma DMU apresentar índice de eficiência máxima ainda que não esteja representada sobre o limite de eficiência do modelo CCR. Por correspondência, pode-se dizer que o modelo BCC pode ser entendido como eficiência técnica.

Segundo Gondim (2008), a eficiência técnica diz respeito à otimização da relação produção/consumo na empresa ou maximização de outputs dado um número restrito de *inputs*. Já a eficiência alocativa refere-se à escolha dos insumos nas proporções corretas e conforme os custos, consiste em combinar os insumos de maneira ótima em relação ao preço e tecnologia. Seguem, na Figura 3, as formulações matemáticas do modelo BCC.

Figura 3 – Formulações matemáticas do modelo BCC

Modelo BCC orientado a <i>inputs</i>	Modelo BCC orientado a <i>outputs</i>
$\text{Max } Eff_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + u_*$	$\text{Min } Eff_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} + v_*$
sujeito a	sujeito a
$\sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1$	$\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1$
$-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + u_* \leq 0, \forall k$	$-\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* \leq 0, \forall k$
$v_i, u_j \geq 0, u_* \in \mathfrak{R}$	$v_i, u_j \geq 0, u_* \in \mathfrak{R}$

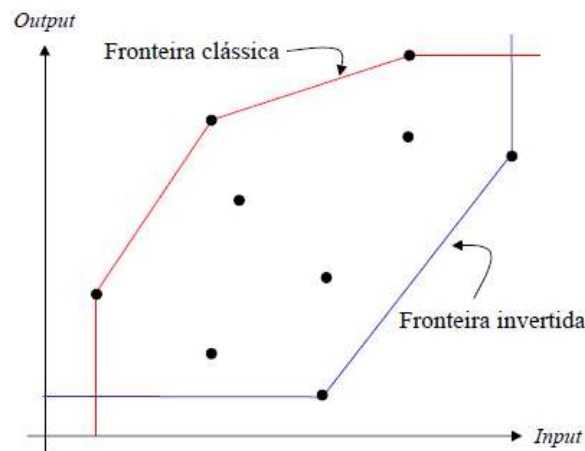
Fonte: Mello, Meza, *et al.* (2005)

2.3.2. Fronteira invertida

Segundo Mello, Meza, *et al.* (2005), embora os modelos DEA tenham a vantagem de permitir fazer ordenações sem depender da opinião dos tomadores de decisão, são extremamente benevolentes com as unidades avaliadas, de modo que algumas DMUs podem ser consideradas eficientes ao se avaliar apenas algumas das variáveis, aquelas que lhes são mais favoráveis. Essa característica dos modelos DEA faz com que ocorram empates para as unidades 100% eficientes, o que provoca uma baixa discriminação entre as DMUs.

Introduzido por Yamada, Matui e Sugiyama (1994) e Entani, Maeda e Tanaka (2002), o conceito de fronteira invertida é uma avaliação pessimista das DMUs. Para tanto, são invertidos os *inputs* com os *outputs* do modelo original. Esta fronteira invertida, também conhecida como fronteira ineficiente, é composta pelas DMUs com as piores práticas gerenciais. Conforme Mello, Meza, *et al.* (2005), pode-se afirmar que as DMUs pertencentes à fronteira invertida têm as melhores práticas sob uma ótica oposta. A Figura 4 mostra as duas fronteiras, a clássica e a invertida, para o caso DEA BCC.

Figura 4 – Fronteiras DEA BCC clássica e invertida



Fonte: (MELLO, MEZA, *et al.*, 2005)

Existem vários métodos para contornar o problema da baixa discriminação, tais como restrições de pesos das variáveis, supereficiência, avaliação cruzada e fronteira invertida. Leta, Mello, *et al.* (2005), utilizam um método baseado na média aritmética da eficiência segundo as óticas otimista e pessimista. Nesse método, cada uma destas óticas constrói uma fronteira DEA, mutuamente invertidas.

$$Eficiência_{final} = \frac{Eficiência_{otimista} - Eficiência_{pessimista} + 100}{2}$$

2.3.3. Variáveis indesejáveis (*Bad outputs*)

De acordo com Charnes, *et al* (1978), “os modelos clássicos de DEA assumem que os *inputs* precisam ser minimizados e os *outputs* precisam ser maximizados” (*apud* Tschaffon e Meza (2011)).

Contudo, observa-se que há situações em que o conjunto das unidades analisadas reage de forma diferente para determinadas variáveis de entrada e saída. Um caso clássico ocorre quando, por exemplo, um determinado *output* tem o comportamento de quanto menor seu valor, mais a DMU será beneficiada.

Segundo Tschaffon e Meza (2011), para que a eficiência das unidades produtivas seja calculada de corretamente, quando há *outputs* indesejáveis no problema em estudo, é necessário prover o correto tratamento dessas variáveis. Para tanto, as autoras apresentam algumas abordagens, presentes na literatura, que podem ser aplicadas no tratamento de *outputs* indesejáveis.

- Método de incorporação de *outputs* indesejáveis em *inputs* (*Incorporating undesirable Outputs as Inputs*): Este método considera os *outputs* indesejáveis como *inputs* na estrutura do problema. Esta abordagem pode ser utilizada para modelos DEA BCC e CCR, dependendo das escalas de operação das unidades avaliadas;
- Método aditivo inverso (*Additive Inverse*): Nesse método, os *outputs* indesejáveis são transformados através da troca de sinal de seus valores. Esta abordagem pode ser expressa pela função $f(U) = -u$;
- Método da translação (*Translation*): Esse método é uma variação do método aditivo inverso, onde os valores dos *outputs* são transladados por meio da adição de um escalar positivo, β_i , suficientemente grande, de modo que os valores resultantes sejam positivos para cada DMU. Ressalta-se que esta abordagem é válida somente para os modelos DEA BCC e Aditivo, uma vez que o modelo CCR não é invariante à translação. A função desta abordagem é dada por $f(U) = -u + \beta$. Para utilização desta abordagem, é necessário que o decisor se certifique que o modelo DEA é invariante à translação. (Cooper et al, 2007);
- Método multiplicativo inverso (*Multiplicative Inverse*): Expresso pela função $f(U) = 1/u$, esse método incorpora os *outputs* indesejáveis ao problema através da inversão de seus valores. Contudo, quando o *output* indesejável possuir valor zero, esta abordagem não pode ser utilizada;

2.3.4. Escolha de variáveis

A seleção das variáveis de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*) são fundamentais para viabilizar o método DEA, as quais devem guardar adequação com a realidade das DMUs, bem como aos objetivos da pesquisa (BARROS, 2017).

Para Mello, Meza, *et al.* (2005), a escolha das variáveis de entrada e saída deve ser feita a partir de uma ampla lista de possíveis variáveis ligadas ao modelo, uma vez que permite aos pesquisadores terem maior conhecimento sobre as unidades a serem avaliadas, assim como explicar melhor suas diferenças.

É possível que um grande número de DMUs estejam localizadas na fronteira de eficiência. Isto reduz a capacidade de DEA em discriminar unidades eficientes de ineficientes. Por esse motivo, deve-se procurar um ponto de equilíbrio na quantidade de variáveis e DMUs escolhidas, visando aumentar o poder discriminatório da análise envoltória de dados.

Na literatura, foram encontradas diferentes abordagens para o problema da seleção de variáveis, seja por método estatístico, Lins e Moreira (1999), seja através de técnicas de Multicritério, Gomes, *et al.* (2002).

Considerando que as variáveis estão intimamente ligadas à natureza do modelo de negócio bem como às características das unidades tomadoras de decisão, é imprescindível conhecer as especificidades da Polícia Técnico-Científica de Goiás, as quais serão descritas nas seções a seguir.

2.4. Perícia Criminal

Segundo França (1997), a criminalística é o conjunto de conhecimentos que, reunindo as contribuições das várias ciências, indica os meios para descobrir crimes, identificar os seus autores e encontrá-los, utilizando-se de subsídios da química, da antropologia, da psicologia, da medicina legal, da psiquiatria, da datiloscopia etc., que são consideradas ciências auxiliares do direito penal.

Perícia é um meio de prova técnica ou científica, que tem por objetivo a obtenção de conhecimento relevante para a descrição do fato, também referenciado como elemento de prova, a partir de um procedimento técnico realizado sobre a fonte de prova. A conclusão probatória do técnico ou profissional é expressa num laudo, que tem por finalidade influir na formação da persuasão racional do juiz, em seu processo cognitivo de valoração. A perícia sujeita-se às fases de admissão e assunção, que compõem o chamado procedimento probatório Manzano (2011).

Assim, tal como complementado por Vargas e Krieger (2014), tem-se que perícia criminal constitui importante meio de prova, produzida por profissional, cuja finalidade é auxiliar o órgão julgador em sua decisão.

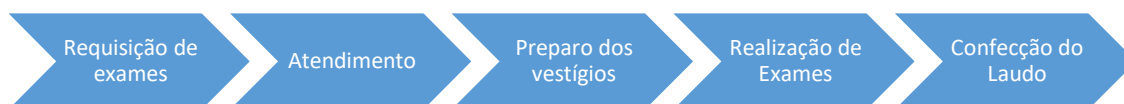
Conforme previsto no Código de Processo Penal, Brasil (1941), sempre que uma infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado. Já no artigo 160, a mesma lei dispõe sobre a materialização do exame pericial por parte dos peritos oficiais, que é o laudo pericial através do qual são descritas minuciosamente os resultados dos exames e as respostas aos quesitos formulados.

A Perícia Criminal possui diversas áreas de atuação e está intimamente ligada à atividade policial. No estado de Goiás a perícia criminal é exercida pela Polícia Técnico-Científica, a qual foi inicialmente idealizada por meio do Decreto Lei nº 234 de 06 de dezembro de 1944, Polícia Científica (2018). Contudo, a Superintendência de Polícia Técnico-Científica, vinculada diretamente à Secretaria de Estado da Segurança Pública

só passou a existir em 2002, através da Modificação da organização administrativa do poder executivo ocorrida naquele ano (GOIÁS, 2002).

No que tange a operacionalização dos exames periciais, existe um fluxo básico de etapas, conforme Figura 5, que ocorre sequencialmente desde a ciência do fato até a entrega do laudo pericial, os quais são descritos a seguir.

Figura 5 – Fluxo básico da perícia



Fonte: Elaborado pelo autor

2.4.1. Requisição de exames

A requisição de exames periciais de natureza criminal é feita por autoridade policial competente aos órgãos oficiais de perícia sempre que o fato investigado deixar vestígios. Majoritariamente, as requisições de perícia são realizadas por delegados de polícia, dada a competência primordial da polícia civil que é de investigar crimes (BRASIL, 2013). Contudo, as requisições de perícia também podem ser oriundas diretamente do poder judiciário, ministério público ou, até mesmo da polícia militar, em casos de investigações militares.

No estado de Goiás, consta da requisição de exames, a unidade requisitante, a unidade de destino da requisição, o nome da autoridade requisitante e a descrição dos quesitos formulados que deverão ser respondidos pela unidade pericial demandada.

Desde maio de 2018, com a edição da Portaria nº 0417/2017 – SSP, todas as requisições de exames periciais de natureza criminal passaram a ser encaminhadas para a Polícia Técnico-Científica de forma eletrônica e recebidas tanto pelo Sistema de Informações de Criminalística – ODIN, como pelo Sistema de Controle de Laudos de Medicina Legal – SCL (SSP-GO, 2018).

2.4.2. Designação de equipe para atendimento

Após receber a requisição de exames periciais, a equipe de plantão da unidade destinatária seleciona os servidores que irão efetivamente realizar o atendimento da ocorrência. Normalmente, esse atendimento é realizado por um perito criminal e um auxiliar. Contudo, conforme o nível de complexidade da ocorrência, poderá ser designada

uma equipe multidisciplinar, como é o caso de acidentes aéreos veiculados em UOL (2012) ou envolvendo grandes estruturas, conforme mostrado em G1 – Goiás (2018).

Os exames periciais são distribuídos conforme a especialidade de cada seção ou laboratório pericial. Com relação aos tipos de exames realizados, existem basicamente dois grandes grupos de unidades na Polícia Técnico-Científica de Goiás: unidades que realizam perícias externas e unidades que realizam perícias internas ou laboratoriais.

As requisições encaminhadas para as unidades que realizam perícias externas comumente são designadas para peritos de plantão, independentemente do tipo de exame que tenha sido solicitado. Já as requisições encaminhadas para unidades de perícias internas podem ser encaminhadas para peritos específicos, de acordo com a características do exame, por possuírem algum treinamento específico ou por dominarem algum equipamento que ainda não seja de conhecimento de todos os integrantes do laboratório.

2.4.3. Identificação, preparo e preservação dos vestígios

Assim que se inicia atendimento de uma ocorrência, são realizados protocolos de identificação e preservação dos vestígios a serem examinados a fim de evitar ao máximo a perda de informações ou contaminação do corpo de delito, que porventura possa prejudicar a análise e conclusões perito criminal.

Primeiramente, os vestígios são analisados de forma preliminar para que o perito possa identificar suas principais características. Nesse momento, é realizado o início do levantamento fotográfico tanto do vestígio propriamente dito, quanto dos locais mediatos, imediatos ou relacionados, quando for o caso. Para Rabello (1996), o local do crime é a porção do espaço compreendida num raio que se estenda de modo a abranger todos os lugares que aparente, necessária ou presumivelmente, tenham sido praticados os atos materiais preliminares ou posteriores à consumação do delito. Após a materialização com o levantamento fotográfico, os vestígios são identificados e catalogados individualmente para o devido registro da cadeia de custódia.

Em seguida, os vestígios devem ser preparados para a realização dos exames, o que inclui o isolamento de locais, esterilização de placas de testes, desligamento de redes de dados e carregamento de baterias para dispositivos eletrônicos, separação e agrupamento de elementos similares, criação de soluções aquosas para a identificação de

substâncias químicas, dentre outros. Essa etapa é bastante abrangente e diverge significativamente conforme varia a natureza do vestígio, bem como o tipo de questionamento que foi formulado pela autoridade policial.

Todo esse preparo visa, em primeiro plano manter a integridade da prova tanto para que os resultados sejam os mais precisos possíveis e sem a interferência de elementos que possam prejudicar as conclusões do exame pericial, como também para permitir a repetibilidade do exame em caso de reanálise ou eventual contestação dos elementos probatórios.

Contudo, é importante mencionar, que mesmo com toda a técnica empregada durante a realização dos exames, há situações em que não é possível preservar o vestígio parcialmente ou totalmente, seja pelo consumo de todo o conteúdo vestígio, como é o caso de exames de constatação de pequenas quantidades de drogas, ou pela necessidade da destruição de estruturas protetoras do mesmo para o acesso a áreas internas, como ocorre com alguns equipamentos lacrados.

Considerando que essa etapa deve ser realizada por todas as unidades periciais, ela impacta significativamente as unidades que devem processar muitos vestígios em uma única perícia, uma vez que é emitido apenas um laudo por perícia.

2.4.4. Exames, análise e confecção do laudo pericial

Após o preparo dos vestígios, o perito criminal inicia a aplicação de técnicas e metodologias forenses a fim de coletar as informações necessárias para formação do entendimento necessário para a resposta aos quesitos formulados pela autoridade requisitante.

Conhecidos no meio pericial por exames periciais, esses procedimentos consistem na realização de uma série de atividades metodicamente desenvolvidas para permitir a coleta das informações de um vestígio da forma mais assertiva e menos invasiva possível.

Existe uma grande variedade de exames periciais, sendo que os mais conhecidos pelo público geral são: exames de DNA, exames de documentoscopia, exames de balística, exames papiloscópicos, exames de local de morte violenta, exames de informática, exames de constatação de drogas, exames contábeis, exames de medicina legal, exames de análises ambientais, exames toxicológicos, dentre outros.

De acordo com Sutton e Hancock (2018), a análise de DNA é uma das ferramentas mais poderosas na investigação criminal, permitindo a identificação precisa de indivíduos a partir de amostras biológicas. Para tanto, é necessário um conhecimento profundo de técnicas de extração, amplificação e análise de DNA para realizar esses exames.

Já Haag (2019) acrescenta que os exames de balística envolvem o estudo das características de projéteis e armas de fogo, buscando estabelecer conexões entre uma arma de fogo específica e projéteis recuperados de uma cena de crime. Esses exames requerem expertise em identificação de marcas de recuo, microscopia e análise de padrões.

Segundo Jones, Holmgren e Ahlner (2020), a toxicologia forense investiga a presença de substâncias tóxicas em amostras biológicas, como sangue e urina, para determinar a causa da morte ou intoxicação. São necessários conhecimentos em cromatografia, espectrometria e interpretação de resultados toxicológicos.

Por fim, após a análise de todos os vestígios através da realização dos exames periciais, o perito criminal é capaz de formular o documento final do trabalho técnico, que é o laudo pericial. Conforme preconiza o Código de Processo Penal – CPP, Brasil (1941), é indispensável a descrição dos vestígios no laudo pericial produzido pelo perito responsável pelo atendimento, de forma detalhada e conforme se encontra no local de crime ou no corpo de delito, e a sua posição na área de exames, podendo ser ilustrada por fotografias, filmagens ou croqui.

O mesmo dispositivo ainda elenca que, além da resposta aos quesitos formulados, deverá ser formalizado no laudo pericial as informações do exame pericial em si, manipulação do vestígio de acordo com a metodologia adequada às suas características biológicas, físicas e químicas, a fim de se obter o resultado desejado.

Ressalta-se que, conforme o CPP, o laudo pericial será elaborado no prazo máximo de 10 dias, podendo este prazo ser prorrogado, em casos excepcionais, a requerimento dos peritos.

2.4.5. Unidades periciais

Para permitir a melhor forma de atendimento das requisições periciais, a Polícia Técnico-Científica de Goiás organizou sua estrutura administrativa operacional conforme as especificidades de cada tipo de exame pericial. Assim, cada unidade pericial possui

um rol de exames pré-estabelecido o que, inclusive, define a denominação de cada unidade.

Em uma classificação macro, os exames periciais da PTC-GO podem ser divididos em Perícias Internas e Perícias Externas. As perícias internas são aquelas realizadas em laboratórios especializados, e constituem basicamente os exames destinados à resposta de questionamentos específicos em relação a determinado tipo de vestígio, tais como exame de DNA em uma mancha de sangue ou exame de caracterização de arma de fogo.

Já as perícias externas são aquelas realizadas em locais de crime, sendo caracterizadas por levantamentos voltados para a identificação da dinâmica dos fatos, isto é, seu foco principal é determinar e descrever a cadeia de eventos que culminou com a cena sendo investigada. Nesse tipo de perícia, normalmente são coletados vários outros vestígios relacionados, os quais serão objetos de exames complementares em novas perícias internas. São exemplos de perícias externas, os exames de local de morte violenta, encontro de cadáveres, incêndios, arrombamentos dentre outros.

Hipoteticamente, ao ser chamado para atender a uma ocorrência em que houve um homicídio, o perito criminal irá examinar todo o local em busca de vestígios que indiquem a dinâmica do fato, bem como a autoria e materialidade do delito. Assim, ele irá analisar a posição do corpo, eventuais manchas de sangue, marcas de impressões papilares, bem como sinais de arrombamento. Essa análise é o que caracteriza o exame de local, que é uma perícia externa. Todos os vestígios coletados para análise laboratorial, serão fruto de perícias internas.

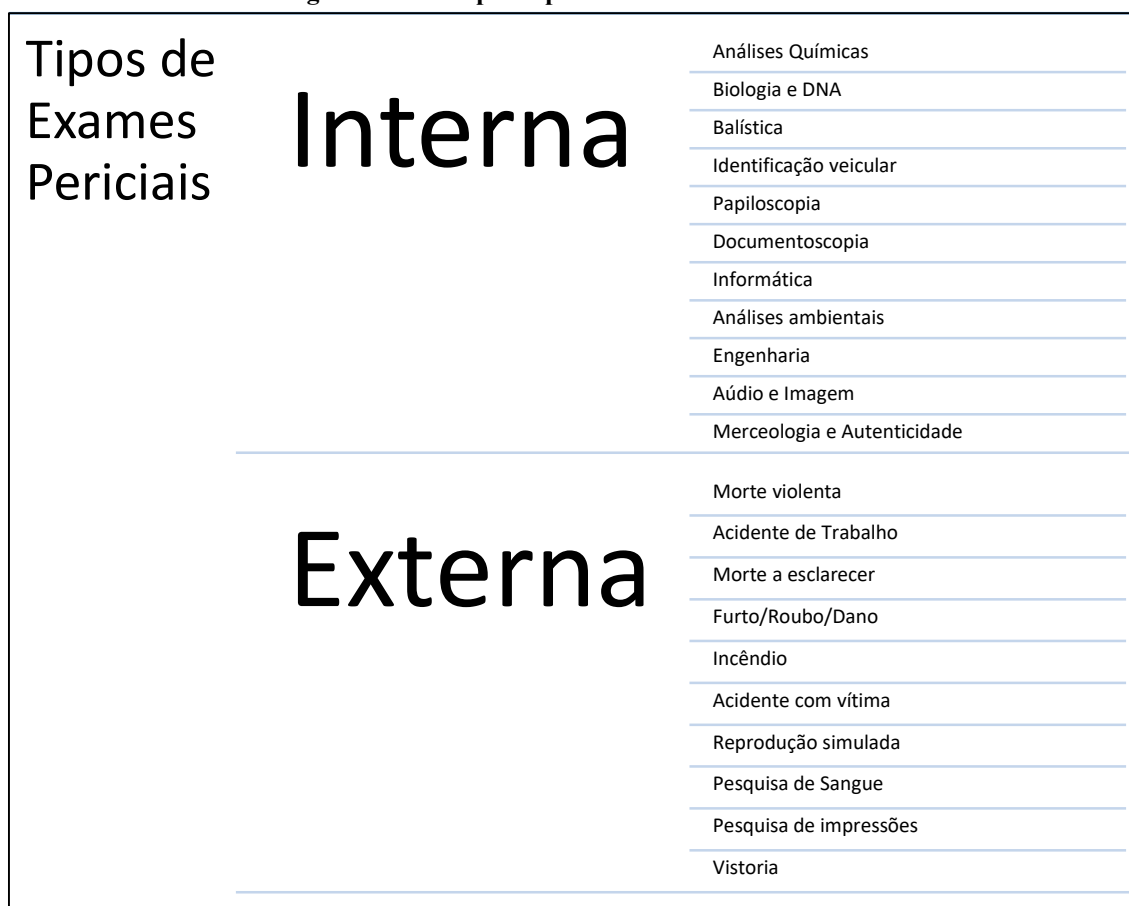
Considerando as especificidades dos exames laboratoriais que, na maioria dos casos, requer processamento especializado, bem como o uso de equipamentos específicos, a maioria das unidades que realizam perícias internas são centralizadas no Instituto de Criminalística de Goiás. Esse é o caso dos exames de DNA, que dependem do uso de sequenciadores e de todo um aparato laboratorial para a sua realização. Isso dificulta a análise comparativa desse laboratório através do método DEA, uma vez que existe apenas uma unidade em toda a PTC-GO que realiza esse exame.

Em contrapartida, as unidades que realizam perícias externas estão geograficamente distribuídas em torno do estado, de modo a reduzir a distância e o tempo de deslocamento até o local investigado.

Considerando que essas unidades possuem características semelhantes, tanto em relação aos tipos de exames realizados quanto à distribuição de equipes, bem como ao preparo, processamento e análise de vestígios, debruçaremos nosso estudo nesse tipo de unidade, uma vez que as comparações através do método de Análise Envoltória de Dados podem ser realizadas com mais efetividade.

Com base na estrutura administrativa, disponível em Polícia Científica (2019), a Figura 6 traz um organograma simplificado dos exames periciais de acordo com o tipo de perícia.

Figura 6 – Principais tipos de exames da PTC-GO



Fonte: Elaborado pelo autor

2.4.6. *Trabalhos Relacionados*

Os estudos que utilizam a técnica DEA no contexto da segurança pública no Brasil, apesar de apresentar diferentes abordagens, tem se concentrado em avaliar o desempenho das polícias, sobretudo com ênfase na redução de criminalidade. Na Tabela

1, são apresentados trabalhos em que o método DEA foi aplicado a segurança pública, destacando o objetivo principal, o ano de análise, bem como as variáveis *inputs* e *outputs*.

Em seu trabalho, Mello, *et al.* (2005) analisaram a eficiência dos batalhões da Polícia Militar de 36 circunscrições territoriais do Rio de Janeiro, conhecidas como AISPs (Áreas Integradas de Segurança Pública). Além disso, os batalhões foram considerados como unidades diferentes quando avaliados em meses diferentes. Todas as unidades foram agrupadas em 3 macrorregiões, sendo elas interior, capital e região metropolitana. Os autores concluíram que as unidades mais eficientes estavam localizadas no interior, o que corrobora com pesquisas que apontam o maior índice de criminalidade em grandes cidades.

Por sua vez, ao calcular um índice de eficiência no combate à criminalidade, das as unidades da Polícia Militar no Estado de Minas Gerais, Scalco, Amorim e Gomes, (2012) concluíram que havia uma grande discrepância entre os municípios analisados. Os autores também utilizaram um modelo *Tobit* para testar a relevância que o ambiente socioeconômico exercia na obtenção dos índices de eficiência e, segundo eles, os resultados mostraram que o conjunto de variáveis utilizadas explicou apenas 10% da variabilidade dos índices calculados.

Marzzoni (2022) optou por fazer uma abordagem mais generalista ao analisar as entidades federativas em vez de se debruçar em uma corporação especificamente. O autor utilizou o método DEA para comparar o nível de eficiência de cada estado brasileiro com relação a alocação dos recursos às forças estaduais de segurança pública. Em seguida, utilizou o Índice Malmquist para medir a mudança na eficiência ao longo do tempo. De acordo com seus resultados, apesar de algumas discrepâncias, os estados que mais investiram em segurança pública *per capita*, foram os estados que apresentaram melhores índices de eficiência.

Já Santiago, *et al.* (2014) analisaram a eficiência de 150 delegacias de polícia no estado de Pernambuco. Assim como nos demais trabalhos, o efetivo das delegacias foi considerado como insumo do modelo enquanto os inquéritos com autoria, bem como os inquéritos de crimes violentos letais intencionais foram os *outputs*. Os resultados mostraram que apenas 3,3% das delegacias tiveram eficiência máxima. Além disso, o efetivo parece ser o gargalo na produção de inquéritos. As variáveis socioeconômicas estudadas, embora algumas significativas, em conjunto, explicam pouco (cerca de 27%)

a variabilidade dos scores, sugerindo que a ineficiência pode estar ligada a fatores internos às unidades policiais.

Em suma, observa-se que a maioria dos trabalhos usaram variáveis mais genéricas ou finalísticas para medir as unidades policiais, sobretudo no contexto de criminalidade. Contudo, não foram identificados na literatura estudos que avaliassem o desempenho de unidades policiais, sobretudo considerando aspectos como quantidade de perícias realizadas, ou tempo de resposta.

Tabela 1 – Estudos envolvendo DEA e Segurança Pública

Autor/Ano	Objetivo	Inputs	Outputs
(MELLO, GOMES, <i>et al.</i> , 2005)	- Propor o uso do modelo DEA BCC para avaliar os batalhões	- Efetivo Policial - Delitos praticados	- Ações realizadas no combate à criminalidade
(SCALCO, AMORIM e GOMES, 2012)	- Calcular um índice de eficiência técnica da Polícia Militar de Minas Gerais	- Nº de policiais militares por grupo de 1.000 habitantes	- Nº de prisões registradas de crime violento contra a pessoa por policial; - Nº de prisões registradas de crime contra o patrimônio por policial; - Inverso da taxa de crimes violentos contra a pessoa (CVPE*); - Inverso da taxa de crimes violentos contra o patrimônio (CVPA*).
(SANTIAGO, SILVA, <i>et al.</i> , 2014)	- Calcular a eficiência das delegacias de polícia civil de Pernambuco e estudar o impacto de fatores externos nesta eficiência	- Somatório das quantidades de Delegados, Agentes e Escrivães de uma delegacia circunscricional.	- Quantidade de inquéritos de CVLI, com autoria conhecida, remetidos à justiça em 2103 pela delegacia. - Quantidade de inquéritos de CVP, com autoria conhecida, remetidos à justiça em 2103 pela delegacia.
(MARZZONI, 2022)	- Mensurar o nível de eficiência das unidades federativas brasileiras na alocação dos recursos às forças estaduais de segurança pública.	- Gastos per capita em segurança pública	- CVLI/Crimes Violentos Letais Intencionais - Tentativa de homicídio - Estupro e tentativa de estupro - Porte ilegal de armas - Tráfico de entorpecentes - Roubo total

Fonte: Elaborado pelo autor

3. METODOLOGIA

Neste capítulo são tratadas a classificação, o delineamento bem como cada etapa de desenvolvimento da pesquisa. De acordo com as definições de Turrioni e Mello, (2012), uma pesquisa científica pode ser classificada segundo a natureza, objetivo, abordagem e método.

Quanto a natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada devido ao caráter prático da solução, que se baseia em explorar o uso da técnica DEA para aferir a eficiência das unidades periciais da Polícia Técnico-Científica de Goiás.

Com relação ao objetivo, a pesquisa é exploratória, visto que, busca analisar a capacidade de uso dessa técnica para a tarefa citada. Sobre a abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa, que busca comparar os resultados obtidos, através da análise do modelo, com os resultados reais obtidos a partir dos dados do sistema de informações de criminalística ODIN.

Em relação ao método, é entendido que a pesquisa desenvolvida tem caráter experimental e de simulação computacional, devido ao objetivo de projeto e avaliação de modelos e protótipos a serem implementados no sistema.

Ademais, no que se refere à análise dos dados, interpretação e às discussões técnicas que melhor se enquadrem aos objetivos do trabalho, foram utilizados os conceitos da Análise Envoltória de Dados.

3.1 Definição das unidades

Como já mencionado, os exames periciais na Polícia Técnico-Científica de Goiás são divididos dois tipos principais: perícias internas e perícias externas.

Em sua maioria, as unidades que fazem perícias internas são laboratórios especializados em áreas específicas do conhecimento humano, como ilustrado previamente na Figura 6. Por esse motivo, há um investimento considerável tanto na compra de equipamentos quanto na seleção e capacitação de profissionais para atuarem naqueles departamentos. Essa situação, por sua vez, gera uma grande tendência de centralização de demandas, de modo que, a grande maioria das unidades periciais possuem apenas um departamento, o qual fica localizado na sede da PTC-GO em Goiânia.

Assim, considerando que os exames realizados em um determinado laboratório são muito diferentes dos exames realizados em outro, bem como não há mais de uma unidade laboratorial que faça análises similares, a aplicação do método DEA fica inviável para as unidades que realizam perícias internas, uma vez que não é possível tratar todas as unidades analisadas de forma homogênea. Por exemplo, as perícias realizadas pelo laboratório de Informática Forense podem durar dias, ou semanas, dado tempo de processamento dos equipamentos analisados. Por outro lado, as perícias em drogas e entorpecentes do laboratório de análises químicas são realizadas em horas ou até em minutos.

Em contrapartida, as unidades periciais que realizam exames de perícias externas possuem similaridade entre si, uma vez que realizam praticamente os mesmos exames, tais como “Exame de Local de Morte violenta”, “Exame de Local de Acidente de Trabalho”, “Exame de Local de Furto/Roubo/Dano”, “Reprodução Simulada”, dentre outros.

Além disso, considerando que a demanda por exames periciais de local exige que o perito tenha que se deslocar diretamente para o ambiente onde o fato delitivo ocorreu, as unidades periciais devem estar distribuídas ao longo de toda a área de abrangência do estado de Goiás de modo a reduzir o tempo de atendimento das ocorrências por causa das grandes distâncias. Ou seja, existem várias unidades que realizam perícias externas e todas elas são semelhantes entre si, o que viabiliza a utilização da técnica DEA para a comparação de suas eficiências, motivo pelo qual tais unidades foram escolhidas para serem estudadas neste trabalho.

A Figura 7 mostra como é área de abrangência de cada unidade de perícia externa da PTC-GO, enquanto a Tabela 2 traz a relação entre área total atendida bem como a população total da região. Os dados populacionais e demográficos da Tabela 2 foram obtidos a partir do censo de 2022 do IBGE.

Figura 7 – Área de abrangência de cada unidade de perícia externa



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 – Unidades regionais da PTC-GO

Sigla	Unidade	Área – km ²	População
01 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE APARECIDA DE GOIÂNIA	6.755	846.123
02 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE GOIÁS	28.640	225.602
03 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE FORMOSA	22.190	275.752
04 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE ITUMBIARA	9.343	196.136
05 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE RIO VERDE	18.802	330.266
06 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE CERES	14.395	163.210
07 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE URUAÇU	20.094	125.482
08 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE CATALÃO	13.963	173.898
09 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE IPORÁ	19.483	128.043
10 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE ANÁPOLIS	10.869	549.101
11 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE JATAÍ	24.441	146.633
12 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE CAMPOS BELOS	15.753	51.252
13 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE GOIANÉSIA	8.160	146.306
14 CRPTC	COORDENAÇÃO REGIONAL DE LUZIÂNIA	10.760	665.898
ICLR	INSTITUTO DE CRIMINALÍSTICA LEONARDO RODRIGUES	7.850	1.853.080

Sigla	Unidade	Área – km ²	População
PA-AGUAS LINDAS	POSTO DE ATENDIMENTO DE ÁGUAS LINDAS	8.291	387.425
PA-CALDAS	POSTO DE ATENDIMENTO DE CALDAS NOVAS	8.920	176.409
PA-MINEIROS	POSTO DE ATENDIMENTO DE MINEIROS	17.399	102.075
PA-MONTESBELOS	POSTO DE ATENDIMENTO DE SÃO LUÍS DE MONTES BELOS	9.288	50.035
PA-MORRINHOS	POSTO DE ATENDIMENTO DE MORRINHOS	11.194	138.284
PA-PORANGATU	POSTO DE ATENDIMENTO DE PORANGATU	33.177	144.640
PA-POSSE	POSTO DE ATENDIMENTO DE POSSE	11.731	84.813
PA-QUIRINOPOLIS	POSTO DE ATENDIMENTO DE QUIRINOPOLIS	8.745	96.032
Total		340.243	7.056.495

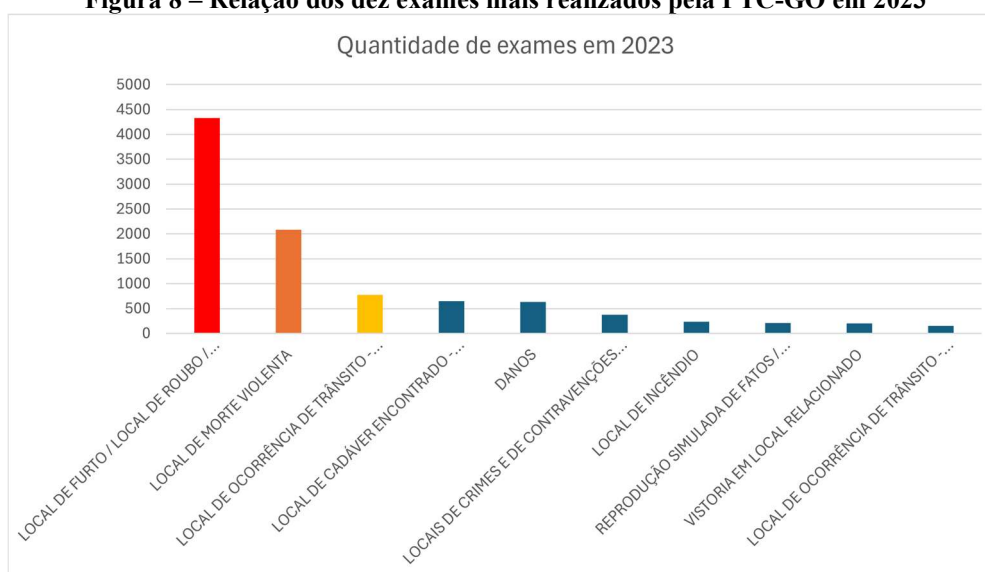
Fonte: Elaborado pelo autor

O estudo se concentrou em comparar a eficiência dessas unidades na realização dos três tipos de exames periciais mais requisitados entre os dias 01/01/2023 e 31/12/2023:

- “Exame de local de furto / roubo / dano”.
- “Exame de local de morte violenta”;
- “Exame de local de ocorrência de trânsito com vítima fatal;

Particularmente, estes exames foram selecionados por terem grande representatividade na casuística entre as unidades da PTC-GO, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Relação dos dez exames mais realizados pela PTC-GO em 2023



3.2 Definição de *inputs* e *outputs*

Para a seleção de variáveis, é preciso que se faça uma análise profunda das regras de negócio da organização que está sendo avaliada, de modo que seja possível identificar os possíveis insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*), bem como os relacionamentos que os vinculam.

O objetivo é selecionar um conjunto de entradas e saídas relevantes para avaliação de desempenho e para o qual existe uma relação estatística moderada (MACIEL, 2019). De acordo com Diez-Ticio e Mancebon (2002), é difícil de alcançar esse objetivo quando as estimativas se referem a organizações que prestam serviços públicos, porque na maioria dos casos, o processo de produção é difícil de esclarecer.

A atividade pericial se enquadra nesse processo, uma vez que o resultado da produção pericial advém de várias ações inter-relacionadas, inclusive com os demais órgãos de segurança pública, já que a perícia criminal não atua de ofício, mas sim após uma requisição de uma autoridade policial.

As variáveis relacionadas à atividade pericial estão intimamente ligadas à quantidade de requisições que uma unidade recebe, bem como à quantidade de laudos periciais que a unidade consegue produzir.

Nesse contexto as variáveis relacionadas à quantidade de requisições, bem como aos meios pelos quais tais requisições são processadas devem ser tratadas como insumos ou *inputs*. Em contrapartida, as variáveis relacionadas à realização de perícias e à produção de laudos periciais devem ser tratadas como resultados ou *outputs*.

Assim, com base nos dados disponíveis para a realização deste trabalho, as variáveis escolhidas como *inputs* foram:

- Quantidade de requisições periciais recebidas pela unidade;
- Quantidade de peritos criminais que atenderam requisições periciais na unidade;

Com relação aos *outputs*, foi considerada a possibilidade de se aferir a taxa de efetividade dos laudos, ou seja, qual seria o percentual de laudos que tiveram impacto positivo nos procedimentos policiais ou nos processos judiciais, aos quais estariam vinculados. Contudo, como essa informação não está disponível de forma sistematizada, essa variável foi descartada.

Outra ponderação a ser realizada é se há alguma interdependência entre os laudos produzidos por unidades que realizam perícias externas com os laudos de exames complementares realizados por unidades de perícias internas. Esse tipo de vinculação inviabilizaria a análise através do DEA, visto que os atrasos na entrega de laudos complementares teriam impacto direto no desempenho das unidades avaliadas.

Operacionalmente, não existem limitações no sistema ODIN que impeçam a conclusão de uma perícia que possua outras perícias complementares relacionadas à uma mesma ocorrência. Isso se dá pelo fato de que, em grande parte dos casos, os laboratórios ficam sobrecarregados pelo excesso de demanda aos quais são submetidos e, conseqüentemente, pela incapacidade de cumprirem os prazos de suas requisições periciais.

Assim, a prática mais comum para as perícias externas, que tenham requisitado exames complementares, é a de emitir os laudos independentemente da conclusão desses exames, constando em suas considerações finais que tais exames foram solicitados e que a autoridade policial poderá consultá-los assim que estiverem concluídos. Por esse motivo, no que se refere à emissão de laudos periciais, será considerado neste trabalho que não há dependência forte entre as unidades avaliadas.

Ressalta-se ainda que a casuística de requisições periciais de cada DMU varia de acordo com a região do estado, o que implica que a produção de laudos de determinada unidade está intimamente ligada à quantidade de requisições recebidas pela unidade. Ou seja, uma DMU que entregou 90 laudos em 100 requisições (90%), teve um desempenho superior a uma unidade que entregou 500 laudos em 1000 requisições (50%).

Com base nessas ponderações, foram escolhidos os seguintes *outputs*:

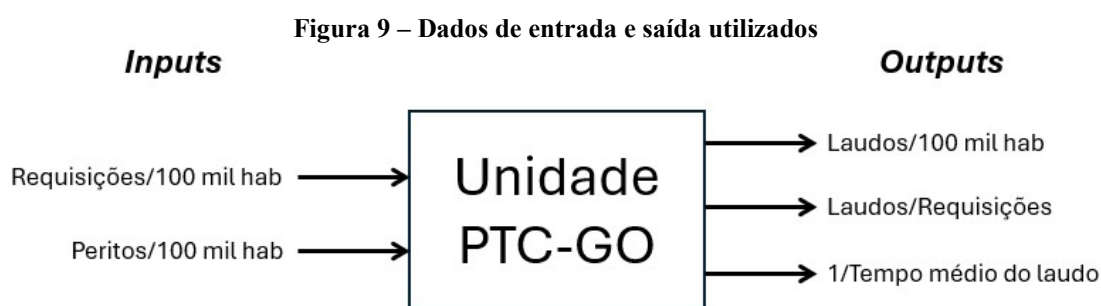
- Quantidade de laudos produzidos pela unidade;
- Razão da quantidade de laudos produzidos na unidade pela quantidade de requisições recebidas no período;
- Tempo médio de produção de laudo por unidade por período, representado pela média aritmética do tempo gasto entre a requisição da perícia e a emissão do laudo pericial pela unidade.

Para superar eventuais problemas associados à utilização de variáveis que comparam a ocorrência de eventos entre populações de diferentes dimensões, as variáveis quantidade de peritos da unidade, quantidade de requisições e quantidade de laudos

produzidos, foram divididas pela fração de 100 mil habitantes da população relativa às cidades atendidas pela referida unidade, para que o cálculo fosse consistente com as suposições de homogeneidade das unidades decisórias da análise DEA.

Com relação ao tempo médio do laudo, por tratar-se de um *output* indesejável, uma vez que quanto menor o tempo gasto para a emissão do laudo melhor é o desempenho da unidade, seus valores foram invertidos, conforme o método multiplicativo inverso, para que mantenham a proporcionalidade direta para a aplicação do DEA.

O resumo dos *inputs* e *outputs* utilizados neste trabalho são exibidos na Figura 9.



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 Definição do modelo DEA

O modelo foi estruturado com a finalidade de medir o desempenho das unidades que realizam perícias externas na Polícia Técnico-Científica de Goiás em relação à quantidade de requisições e ao tempo de produção de laudos periciais, sem que a quantidade total de peritos criminais fosse alterada.

Em relação ao modelo DEA a ser adotado, o BCC se mostra mais adequado, uma vez que tem como característica que os *inputs* variam em uma proporção diferente dos *outputs*, respeitando a questão do porte das unidades analisadas.

É importante ressaltar que grande parte das instituições públicas buscam obter a maior eficiência de suas unidades produtivas através da maximização dos resultados sem que haja, necessariamente, o aumento dos insumos. Além disso, como não se vislumbra a possibilidade de alteração da variável de entrada “quantidade de requisições”, que é uma variável sobre a qual a PTC-GO não possui controle, foi escolhido o modelo BCC orientado a *outputs* para o presente estudo.

Dadas as características do modelo BCC, é possível que um número considerável de DMUs estejam localizados na fronteira de eficiência, o que minimizaria a capacidade

desse modelo de distinguir as unidades eficientes. Segundo Silveira, Meza e Mello (2012), por determinação empírica, o empate das DMUs acontece principalmente quando o número de DMUs não é muito grande em comparação com o número total de *inputs* e *outputs*.

Essa situação impossibilitaria a construção de um ranking de eficiência das unidades que realizam perícias externas na PTC-GO, sendo então necessária a utilização de um critério de desempate entre as DMUs consideradas eficientes, para que ranqueamento seja relevante aos tomadores de decisão.

A literatura elenca diversos métodos de desempate, porém no presente trabalho optou-se pelo uso do método da fronteira invertida, pois além de possibilitar a criação de um ranking das unidades ineficientes, é possível utilizá-la para o cálculo da eficiência composta, que combina os valores de eficiência e ineficiência de cada unidade para gerar resultados menos enviesados.

No método da fronteira invertida, é realizada a troca dos *inputs* pelos *outputs* do modelo original dos dados utilizados de cada DMU. A partir dos resultados otimistas e pessimistas, é possível calcular a eficiência composta normalizada, a fim de construir o ranking final de eficiência.

3.4 Pré-processamento dos dados

Após a coleta da quantidade total de requisições periciais, dos tempos em dias para a emissão laudos periciais, bem como da quantidade total de peritos que realizaram cada um dos tipos de exames selecionados em todas as DMUs elencadas na Tabela 2, foi realizada uma análise inicial dos dados obtidos a fim de se identificar e remover eventuais *outliers*.

A quantidade de requisições foi obtida a partir da contagem de todos os registros de requisições recebidos no sistema ODIN entre os dias 01/01/2023 e 31/12/2023. Não foi necessário efetuar qualquer tipo de pré-processamento nesses dados.

A quantidade de peritos por unidade foi obtida através da contagem de todos os peritos que realizaram perícias referentes a cada um dos exames selecionados nas unidades em estudo no período. Porém, foi observada uma variação significativa entre o perito que realizou mais perícias daquele que realizou menos perícias. Isso se deve, pelo fato de que na PTC-GO, existem peritos que atuam em unidades periciais de forma

esporádica, seja para o atendimento de uma ordem de serviço, seja para cobrir o plantão de algum colega que precisou se ausentar. Por esse motivo, este perito deve ser tratado como um *outlier*, visto que sua inclusão geraria um peso negativo para a DMU correspondente, uma vez que a quantidade de laudos produzidos seria desproporcionalmente inferior.

Assim, como critério de remoção deste tipo de *outlier*, foram subtraídos, do total de peritos da unidade, aqueles peritos que produziram menos de 15% da média de laudos produzidos por exame na DMU.

Tabela 3 – Quantidade de laudos produzidos por perito na unidade ICLR para o exame de local de morte violenta

PERITO	LAUDOS	Média	% (Média)
Perito 1	14	19	73,7%
Perito 2	21	19	110,5%
Perito 3	26	19	136,8%
Perito 4	3	19	15,8%
Perito 5	3	19	15,8%
Perito 6	17	19	89,5%
Perito 7	1	19	5,3%
Perito 8	5	19	26,3%
Perito 9	11	19	57,9%
Perito 10	30	19	157,9%
Perito 11	34	19	178,9%
Perito 12	22	19	115,8%
Perito 13	14	19	73,7%
Perito 14	17	19	89,5%
Perito 15	28	19	147,4%
Perito 16	24	19	126,3%
Perito 17	34	19	178,9%
Perito 18	2	19	10,5%
Perito 19	33	19	173,7%
Perito 20	33	19	173,7%
Perito 21	27	19	142,1%

Fonte: Elaborado pelo autor

Como exemplo, a Tabela 3 mostra a quantidade de laudos produzidos por cada perito na unidade ICLR para o exame de local de morte violenta. Observa-se que, para esta DMU, seria informada a quantidade de 21 peritos. Contudo, dois peritos produziram

menos de 3 laudos durante todo o ano de 2023 e, por esse motivo, foram removidos da contagem, fazendo com que a quantidade de peritos caísse para 19.

Em seguida, foi calculado o tempo, em dias, de produção de todos os laudos para cada Exame/DMU no ano de 2023, através da subtração da data da liberação do laudo pela data da requisição.

Para esta variável, também foram observadas discrepâncias nos valores obtidos. Considerando que a data de liberação do laudo depende de uma interação do usuário com o sistema, existem casos em que o perito finaliza a produção do laudo, porém esquece de registrar tempestivamente essa informação no sistema ODIN, o que faz com que o tempo do laudo fique muito dilatado. Em outros casos, o requisitante esquece de enviar a solicitação de perícias para através do sistema, porém avisa o perito criminal por outros meios. Isso faz com que alguns laudos sejam registrados no sistema no mesmo dia em que a requisição foi recebida, gerando um tempo de produção muito curto.

Nesse sentido, após calcular os tempos de produção dos laudos, foram geradas faixas de classificação de tempo com o intuito de se identificar os laudos com menor representatividade no cômputo geral de tempo. As faixas de tempo criadas foram:

- ZERO dias;
- Até 10 dias;
- Até 30 dias;
- Até 60 dias;
- Até 90 dias;
- Até 120 dias;
- Até 150 dias;
- Até 180 dias;
- Até 365 dias;
- Mais de 365 dias.

Com esses dados, foi calculado o percentual de representatividade de cada faixa em cada exame. Para remover os *outliers*, foram excluídos do cálculo da média de tempo os laudos que estejam compreendidos em faixas abaixo do percentual de corte de 5%, ou seja, se uma unidade produziu 100 laudos e apenas 3% desses laudos demoraram mais de 365 dias para serem liberados, o tempo gasto para a produção desses laudos não foi utilizado para o cálculo da média de tempo da unidade.

Por fim, para cada DMU/Exame, foi calculada a quantidade de peritos por 100 mil habitantes, a quantidade de requisições por 100 mil habitantes, a quantidade de laudos por 100 mil habitantes, a quantidade de laudos por requisição e o inverso do tempo médio de produção do laudo.

3.5 Processamento dos dados no modelo DEA

Para realização do cálculo dos índices de eficiência, foi utilizado o *software* SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão, versão 3.0, desenvolvido por Ângulo-Meza *et al.* (2005). O sistema foi executado em ambiente Windows, com a inserção de dados por meio arquivos de texto, cujos dados estavam separados por tabulações.

Segundo Mello, *et al.* (2005), o *software* SIAD foi desenvolvido em Delphi 7.0 e permite trabalhar com até 100 DMUs e 20 variáveis, entre *inputs* e *outputs*. Além disso, o SIAD permite o uso dos modelos com restrições aos pesos, fronteira invertida, eficiência composta normalizada, análise de pesos e folgas, bem como os *benchmarks* para as DMUs ineficientes.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise dos dados de entrada

Após o pré-processamento dos dados coletados a partir do sistema ODIN, foram geradas tabelas com valores de entrada e saída referentes aos exames selecionados neste estudo para cada uma das DMUs escolhidas. A Tabela 4 mostra os valores obtidos especificamente para o exame de local de furto / roubo / dano.

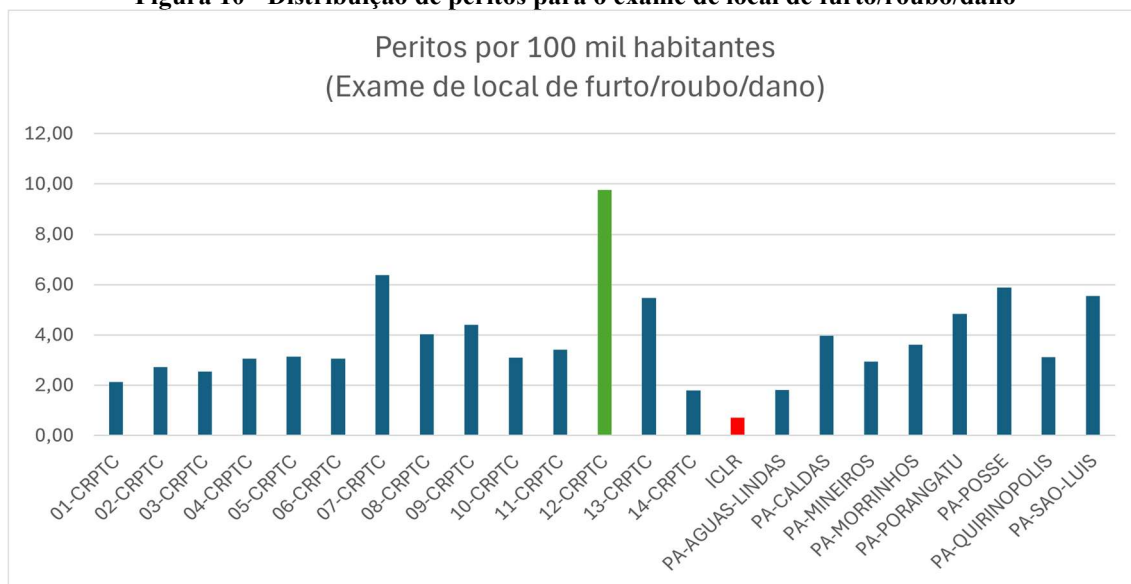
Tabela 4 – Valores de entrada e saída para o exame de local de furto / roubo / dano

Unidade	Peritos*	Requisições*	Laudos*	Ldo/Req	Tempo médio
01-CRPTC	2,13	65,24	61,93	0,95	45,99
02-CRPTC	2,72	15,85	8,15	0,51	156,78
03-CRPTC	2,54	88,12	31,91	0,36	148,65
04-CRPTC	3,06	69,34	58,63	0,85	8,84
05-CRPTC	3,15	82,43	76,14	0,92	24,84
06-CRPTC	3,06	61,27	51,47	0,84	60,10
07-CRPTC	6,38	77,30	70,93	0,92	47,08
08-CRPTC	4,03	100,63	94,88	0,94	5,59
09-CRPTC	4,41	52,92	40,57	0,77	104,10
10-CRPTC	3,10	67,38	49,35	0,73	37,64
11-CRPTC	3,41	74,34	68,20	0,92	56,15
12-CRPTC	9,76	171,70	156,09	0,91	48,55
13-CRPTC	5,47	76,55	58,78	0,77	55,00
14-CRPTC	1,80	68,33	22,38	0,33	83,85
ICLR	0,70	56,65	39,30	0,69	24,99
PA-AGUAS-LINDAS	1,81	35,10	33,30	0,95	111,91
PA-CALDAS	3,97	87,86	74,26	0,85	86,97
PA-MINEIROS	2,94	35,27	23,51	0,67	102,32
PA-MORRINHOS	3,62	65,81	48,45	0,74	27,25
PA-PORANGATU	4,84	21,43	16,59	0,77	22,50
PA-POSSE	5,90	53,06	22,40	0,42	142,74
PA-QUIRINOPOLIS	3,12	124,96	69,77	0,56	41,90
PA-SAO-LUIS	5,54	12,19	14,41	1,18	38,00

Fonte: Elaborado pelo autor

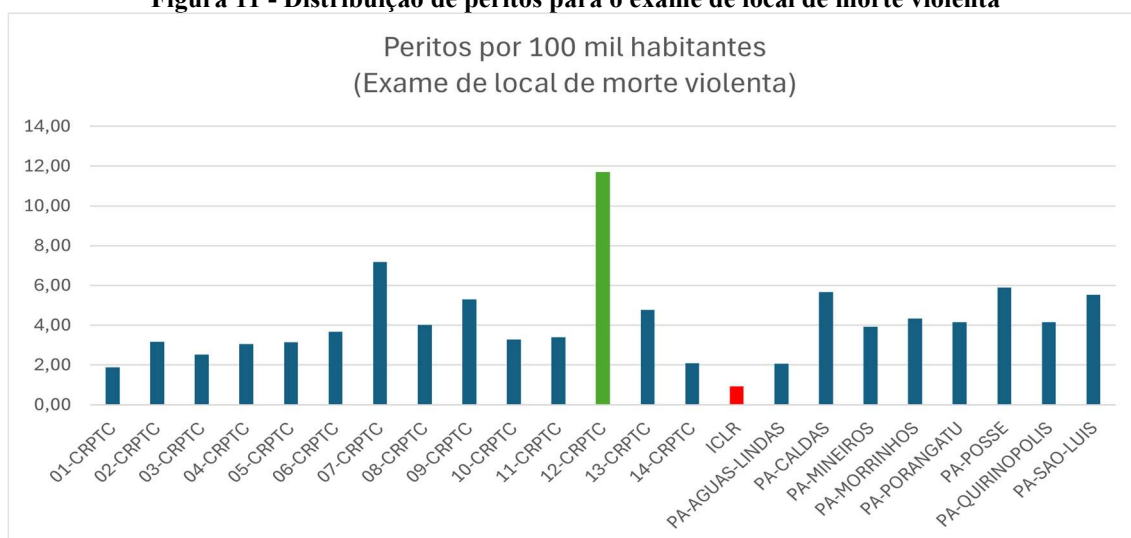
* Valores por 100 mil habitantes

Considerando-se inicialmente apenas os dados da Tabela 4, tem-se a distribuição dos peritos criminais nas unidades de perícia externas da PTC-GO no ano de 2023, como mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Distribuição de peritos para o exame de local de furto/roubo/dano

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base na Figura 10, observa-se que a Coordenação Regional de Campos Belos (12-CRPTC), especificamente para o exame de local de furto/roubo/dano, foi a unidade mais beneficiada, em termos de distribuição de recursos humanos, com quase dez peritos criminais por 100 mil habitantes no ano de 2023. Em comparação com o Instituto de Criminalística Leonardo Rodrigues (ICLR), que dispôs de menos de um perito por 100 mil habitantes no mesmo período, é notória a discrepância entre as unidades.

Figura 11 - Distribuição de peritos para o exame de local de morte violenta

Fonte: Elaborado pelo autor

Situação similar ocorre também para o exame de local de morte violenta e para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal, tal como mostrado na Figura 11 e Figura 12.

Figura 12 - Distribuição de peritos para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal



Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação à quantidade de requisições por 100 mil habitantes, também são observadas discrepâncias significativas, sobretudo para o exame de local de furto/roubo/dano e para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.

Essa variável indica o quanto cada unidade da PTC-GO está sendo demandada em relação à população das cidades compreendidas em suas áreas de atuação, de modo que valores muito altos indicam que existe uma sobrecarga de requisições em uma determinada unidade.

Conforme mostrado na Figura 13, para o exame de local de furto/roubo/dano, a Coordenação Regional de Campos Belos (12-CRPTC) foi a mais demandada no ano de 2023, bem como o Posto de Atendimento de São Luís de Montes Belos (PA-SAO-LUIS) foi a unidade menos demandada.

Contudo, esse cenário não se repetiu para o exame de local de morte violenta, Figura 14, ou para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal, Figura 15, em que as unidades com o maior número de requisições por 100 mil habitantes foram,

respectivamente, a Coordenação Regional de Luziânia (14-CRPTC) e o Posto de Atendimento de Porangatu (PA-PORANGATU).

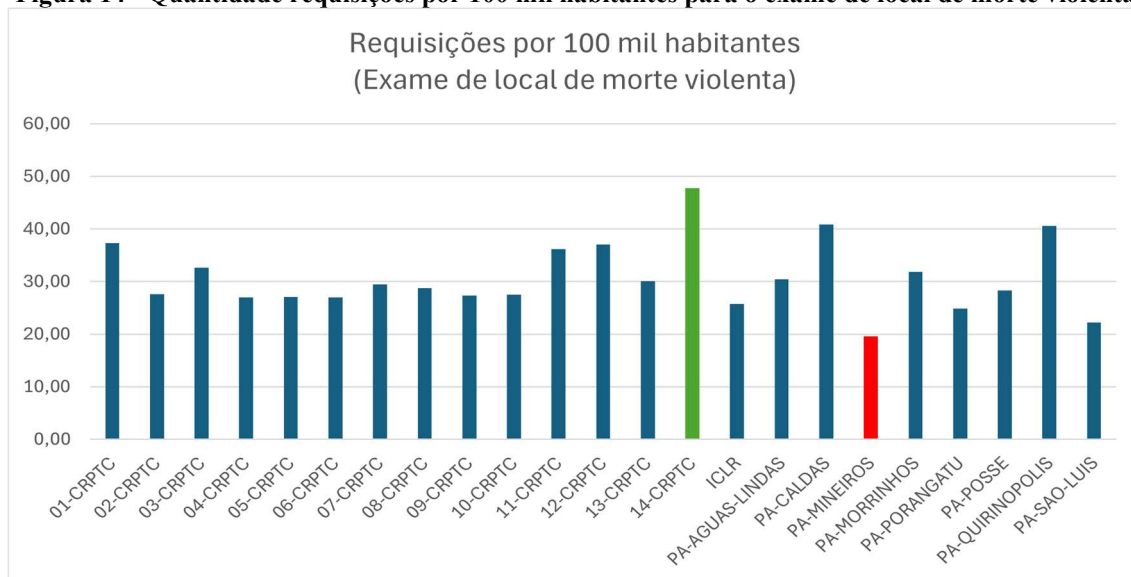
Figura 13 - Quantidade requisições por 100 mil habitantes para o exame de local de furto/roubo/dano



Fonte: Elaborado pelo autor

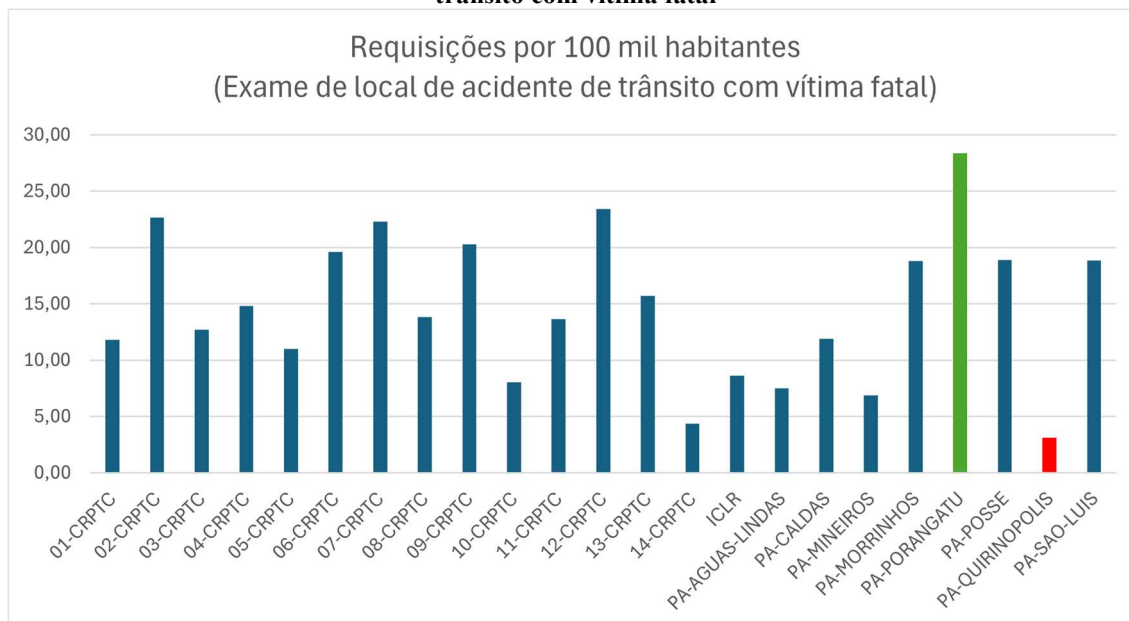
Isso demonstra que a demanda por laudos periciais varia não apenas de acordo com o tipo de exame pericial, mas também conforme a região do estado.

Figura 14 - Quantidade requisições por 100 mil habitantes para o exame de local de morte violenta



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15 - Quantidade requisições por 100 mil habitantes para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal



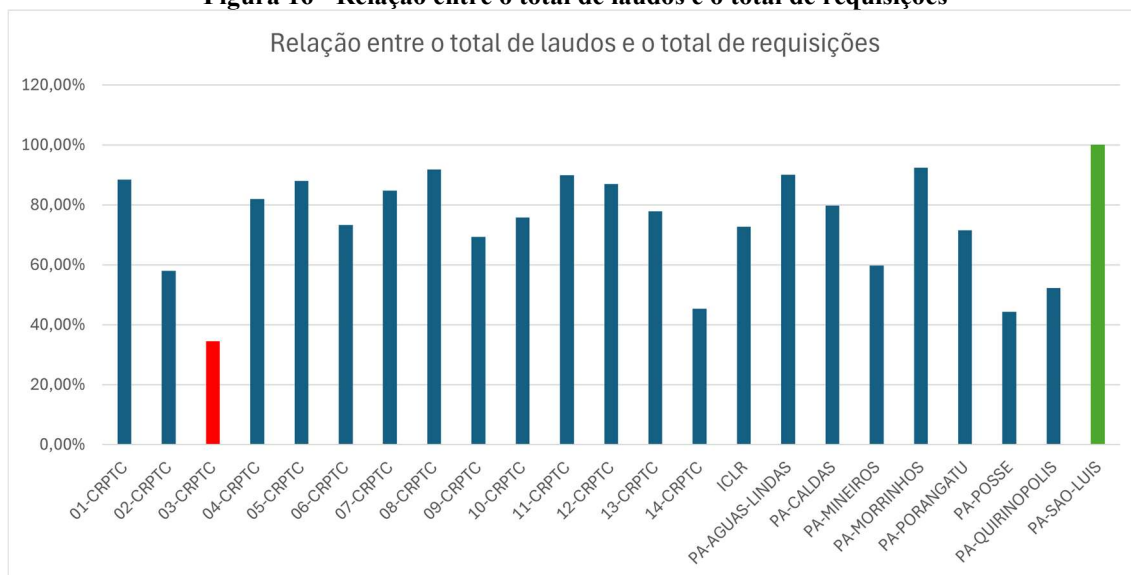
Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Análise dos dados de saída

No âmbito da Polícia Técnico-Científica de Goiás, o principal indicador de produtividade e eficiência de uma unidade, historicamente, era a quantidade absoluta de laudos periciais que aquela unidade produzia num determinado período em relação à quantidade de requisições recebidas. Por vezes, essa mesma abordagem também é aplicada aos próprios peritos criminais, de modo a se criar um mecanismo, ainda que rudimentar, de aferição de produtividade e de comparação entre pares.

Contudo, essa análise era efetivada apenas tomando-se o número absoluto de laudos produzidos, o que, evidentemente, não considerava as diferentes complexidades dos exames periciais realizados.

A título de ilustração, se essa abordagem fosse feita com os dados coletados neste estudo, o Posto de Atendimento de São Luís dos Montes Belos (PA-SÃO-LUÍS) seria considerado como a unidade mais eficiente no ano de 2023, enquanto a Coordenação Regional de Formosa (03-CRPTC) seria considerada a menos eficiente, conforme mostrado na Figura 16. O gráfico em questão foi obtido a partir razão da soma do total de laudos pela soma do total de requisições dos exames de local de furto/roubo/dano, local de morte violenta e local de acidente de trânsito com vítima fatal.

Figura 16 - Relação entre o total de laudos e o total de requisições

Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação ao tempo médio de produção de laudos periciais, naturalmente existe uma variação considerável entre exames diferentes devido à complexidade de cada um, sobretudo pela quantidade de vestígios a serem analisados, dimensão do local ou mesmo pela complexidade das tarefas para realização do exame.

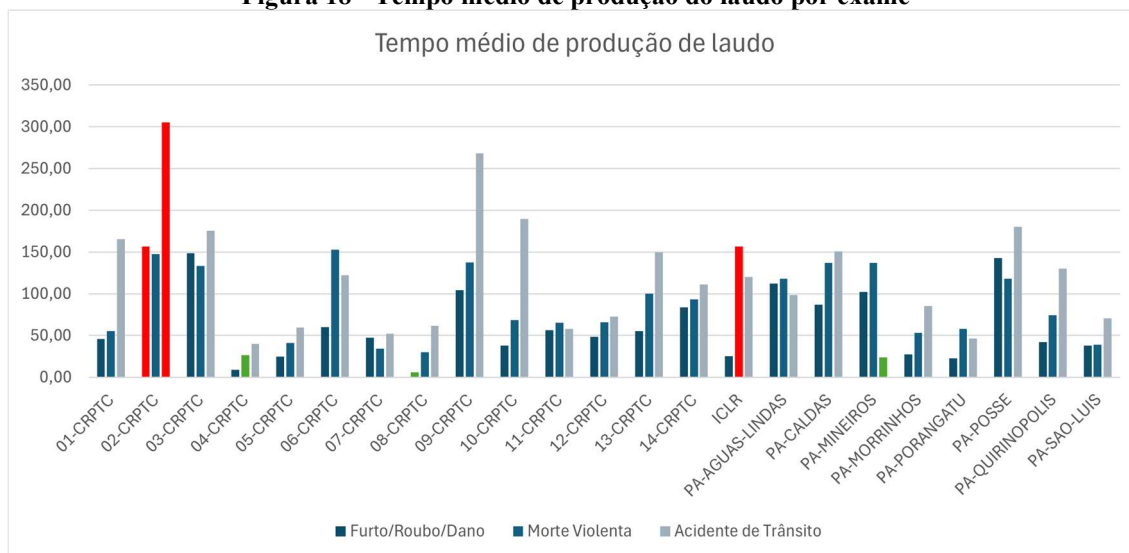
Ressalta-se que, conforme o parágrafo único do artigo 160 do Código de processo penal brasileiro, o laudo pericial deve ser elaborado no prazo máximo de 10 dias, podendo este prazo ser prorrogado, em casos excepcionais, a requerimento dos peritos. Ocorre que, dada a grande quantidade de requisições periciais e o número escasso de peritos disponíveis, comumente esse prazo é insuficiente para a conclusão da análise.

Figura 17 - Média de tempo de produção de laudos

Fonte: Elaborado pelo Autor

A Figura 17 traz a média de tempo de produção de laudos, em dias, dos exames avaliados neste trabalho. Já a Figura 18 compara o tempo médio para cada unidade em todos os exames.

Figura 18 - Tempo médio de produção do laudo por exame



Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que, apesar de várias unidades apresentarem tempos similares entre si, existem valores consideravelmente díspares, como é o caso da Coordenação Regional de Goiás (02-CRPTC) que, em 2023, apresentou o tempo médio de produção de laudos para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal de 305 dias o que é 156% superior à média de tempo gasto por todas as unidades para o mesmo exame.

Por outro lado, a Coordenação Regional de Catalão (08-CRPTC), para o exame de local de furto/roubo/dano, foi a unidade que entregou seus laudos de forma mais célere, com uma média de 5,59 dias, o que representa apenas 8,67% da média de tempo gasto pelas demais unidades.

4.3 Análise dos resultados de eficiência

De posse dos dados pré processados do sistema ODIN, foi aplicado o modelo DEA-BCC orientado a *output* para os exames de local de furto/roubo/dano, local de morte violenta e local de acidente de trânsito com vítima fatal em todas as 23 DMUs descritas na Tabela 2. Os resultados obtidos após o processamento dos modelos foram transcritos na Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7.

Tabela 5 - Resultados de eficiências das unidades regionais da PTC-GO para o exame de local de furto/roubo/dado

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
01-CRPTC	100,00%	39,47%	80,26%	100,00%
02-CRPTC	100,00%	100,00%	50,00%	62,29%
03-CRPTC	45,59%	100,00%	22,80%	28,40%
04-CRPTC	100,00%	42,70%	78,65%	97,99%
05-CRPTC	97,66%	40,57%	78,54%	97,86%
06-CRPTC	87,86%	46,76%	70,55%	87,90%
07-CRPTC	96,30%	67,20%	64,55%	80,42%
08-CRPTC	100,00%	56,08%	71,96%	89,65%
09-CRPTC	79,03%	70,81%	54,11%	67,42%
10-CRPTC	76,90%	49,21%	63,84%	79,54%
11-CRPTC	96,55%	41,11%	77,72%	96,83%
12-CRPTC	100,00%	100,00%	50,00%	62,29%
13-CRPTC	80,55%	69,63%	55,46%	69,10%
14-CRPTC	39,13%	100,00%	19,56%	24,38%
ICLR	100,00%	51,35%	74,32%	92,60%
PA-AGUAS-LINDAS	100,00%	72,42%	63,79%	79,47%
PA-CALDAS	89,27%	70,19%	59,54%	74,18%
PA-MINEIROS	68,60%	68,88%	49,86%	62,12%
PA-MORRINHOS	77,04%	50,63%	63,20%	78,74%
PA-PORANGATU	100,00%	92,79%	53,60%	66,78%
PA-POSSE	43,42%	100,00%	21,71%	27,05%
PA-QUIRINOPOLIS	87,43%	100,00%	43,72%	54,47%
PA-SAO-LUIS	100,00%	100,00%	50,00%	62,29%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 6 - Resultados de eficiências das unidades regionais da PTC-GO para o exame de local de morte violenta

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
01-CRPTC	100,00%	50,17%	74,91%	94,66%
02-CRPTC	63,47%	99,63%	31,92%	40,33%
03-CRPTC	34,99%	100,00%	17,50%	22,11%
04-CRPTC	100,00%	46,92%	76,54%	96,72%
05-CRPTC	95,51%	44,75%	75,38%	95,25%
06-CRPTC	70,67%	100,00%	35,34%	44,65%
07-CRPTC	86,45%	86,10%	50,17%	63,40%
08-CRPTC	100,00%	44,80%	77,60%	98,06%
09-CRPTC	55,11%	100,00%	27,56%	34,82%
10-CRPTC	88,52%	50,10%	69,21%	87,45%
11-CRPTC	91,82%	52,63%	69,59%	87,94%
12-CRPTC	86,89%	100,00%	43,44%	54,90%

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
13-CRPTC	75,33%	71,76%	51,79%	65,44%
14-CRPTC	90,90%	100,00%	45,45%	57,43%
ICLR	100,00%	100,00%	50,00%	63,18%
PA-AGUAS-LINDAS	95,30%	80,13%	57,58%	72,77%
PA-CALDAS	82,37%	100,00%	41,19%	52,05%
PA-MINEIROS	100,00%	100,00%	50,00%	63,18%
PA-MORRINHOS	100,00%	41,73%	79,14%	100,00%
PA-PORANGATU	71,14%	70,59%	50,27%	63,53%
PA-POSSE	56,53%	99,50%	28,52%	36,03%
PA-QUIRINOPOLIS	54,66%	100,00%	27,33%	34,53%
PA-SAO-LUIS	100,00%	66,67%	66,66%	84,24%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 7 - Resultados de eficiências das unidades regionais da PTC-GO para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
01-CRPTC	76,52%	78,79%	48,87%	63,65%
02-CRPTC	76,78%	100,00%	38,39%	50,00%
03-CRPTC	46,14%	95,24%	25,45%	33,15%
04-CRPTC	97,41%	44,84%	76,28%	99,36%
05-CRPTC	92,41%	53,23%	69,59%	90,64%
06-CRPTC	60,89%	67,58%	46,65%	60,76%
07-CRPTC	94,69%	79,94%	57,38%	74,73%
08-CRPTC	88,98%	52,86%	68,06%	88,65%
09-CRPTC	64,79%	100,00%	32,40%	42,20%
10-CRPTC	76,49%	98,65%	38,92%	50,69%
11-CRPTC	93,34%	50,56%	71,39%	92,99%
12-CRPTC	94,71%	100,00%	47,36%	61,68%
13-CRPTC	69,69%	100,00%	34,84%	45,38%
14-CRPTC	100,00%	100,00%	50,00%	65,12%
ICLR	100,00%	64,53%	67,74%	88,23%
PA-AGUAS-LINDAS	91,83%	60,83%	65,50%	85,31%
PA-CALDAS	71,69%	93,18%	39,26%	51,13%
PA-MINEIROS	100,00%	74,22%	62,89%	81,91%
PA-MORRINHOS	100,00%	46,45%	76,78%	100,00%
PA-PORANGATU	100,00%	100,00%	50,00%	65,12%
PA-POSSE	32,25%	100,00%	16,13%	21,01%
PA-QUIRINOPOLIS	100,00%	100,00%	50,00%	65,12%
PA-SAO-LUIS	85,16%	66,60%	59,28%	77,21%

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme previsto pela literatura, o modelo DEA BCC classificou várias unidades como eficientes, uma vez que o modelo valoriza as variáveis mais favoráveis durante as etapas do cálculo, tornando-o bastante benevolente com as unidades avaliadas.

Ao todo, 9 DMUs foram consideradas eficientes para o exame de local de furto/roubo/dano, 7 DMUs para o exame de local de morte violenta e 6 DMUs para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.

Diante deste cenário, conforme introduzido por Yamada, Matui e Sugiyama (1994) e Entani, Maeda e Tanaka (2002), também foi calculada a fronteira invertida para cada uma das DMUs. A fronteira invertida representa uma avaliação pessimista das DMUs e seu cálculo é realizado por meio da inversão dos *inputs* pelos *outputs* do modelo original, de modo a possibilitar a geração de um ranking ineficiência, em que o maior valor representa a DMU com as piores práticas gerenciais.

Com base nos resultados obtidos, 7 unidades foram classificadas como ineficientes para o exame de local de furto/roubo/dano, 9 unidades foram classificadas como ineficientes para o exame de local de morte violenta e 8 unidades foram classificadas como ineficientes para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.

De posse dos valores das eficiências padrão e invertida, foi possível calcular os valores das eficiências compostas, o que permite contornar o problema da baixa discriminação entre as DMUs. Por meio de um método baseado na média aritmética das eficiências padrão e invertida, Leta, Mello, *et al.* (2005), descrevem o cálculo da eficiência composta de modo que cada uma das referidas eficiências possa construir uma fronteira DEA, mutuamente invertidas.

$$Eficiência_{composta} = \frac{Eficiência_{padrão} - Eficiência_{invertida} + 100}{2}$$

Por fim, com o intuito de facilitar a visualização de dados e a comparação entre as unidades, é possível normalizar os dados obtidos da eficiência composta de modo que a unidade mais eficiente possua o índice igual a cem por cento e os valores de eficiência das demais unidades sejam expressos em função dela.

$$Eficiência_{normalizada} = Eficiência_{composta} \times \frac{1}{Eficiência_{composta_máxima}}$$

Assim, foi possível identificar que, dentre as unidades avaliadas, a Coordenação Regional de Aparecida de Goiânia (01-CRPTC) foi a DMU mais eficiente para o exame de local de furto/roubo/dano na PTC-GO no ano de 2023. Nesta esteira, o Posto de Atendimento de Morrinhos (PA-MORRINHOS) foi a unidade mais eficiente para o exame de local de morte violenta e para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal no mesmo período.

Estes resultados são condizentes com a metodologia do modelo DEA BCC orientado a *output*, que visa maximizar as saídas, uma vez que a combinação de baixos valores de entrada e os altos valores de saída foram suficientemente bons para destacarem as referidas unidades entre as demais, mesmo que nenhuma delas tivesse atingido os melhores índices de entrada e saída.

Partindo-se para uma análise combinada, é possível produzir um ranking geral de eficiência, através do cálculo da média aritmética das eficiências compostas normalizadas, tal como mostrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Média das eficiências compostas normalizadas

DMU	Furto/Roubo/Dano	Morte Violenta	Acidente de Trânsito	Média
01-CRPTC	100,00%	94,66%	63,65%	86,10%
02-CRPTC	62,29%	40,33%	50,00%	50,88%
03-CRPTC	28,40%	22,11%	33,15%	27,89%
04-CRPTC	97,99%	96,72%	99,36%	98,02%
05-CRPTC	97,86%	95,25%	90,64%	94,58%
06-CRPTC	87,90%	44,65%	60,76%	64,44%
07-CRPTC	80,42%	63,40%	74,73%	72,85%
08-CRPTC	89,65%	98,06%	88,65%	92,12%
09-CRPTC	67,42%	34,82%	42,20%	48,14%
10-CRPTC	79,54%	87,45%	50,69%	72,56%
11-CRPTC	96,83%	87,94%	92,99%	92,58%
12-CRPTC	62,29%	54,90%	61,68%	59,62%
13-CRPTC	69,10%	65,44%	45,38%	59,97%
14-CRPTC	24,38%	57,43%	65,12%	48,98%
ICLR	92,60%	63,18%	88,23%	81,34%
PA-AGUAS-LINDAS	79,47%	72,77%	85,31%	79,18%
PA-CALDAS	74,18%	52,05%	51,13%	59,12%
PA-MINEIROS	62,12%	63,18%	81,91%	69,07%
PA-MORRINHOS	78,74%	100,00%	100,00%	92,91%
PA-PORANGATU	66,78%	63,53%	65,12%	65,15%
PA-POSSE	27,05%	36,03%	21,01%	28,03%

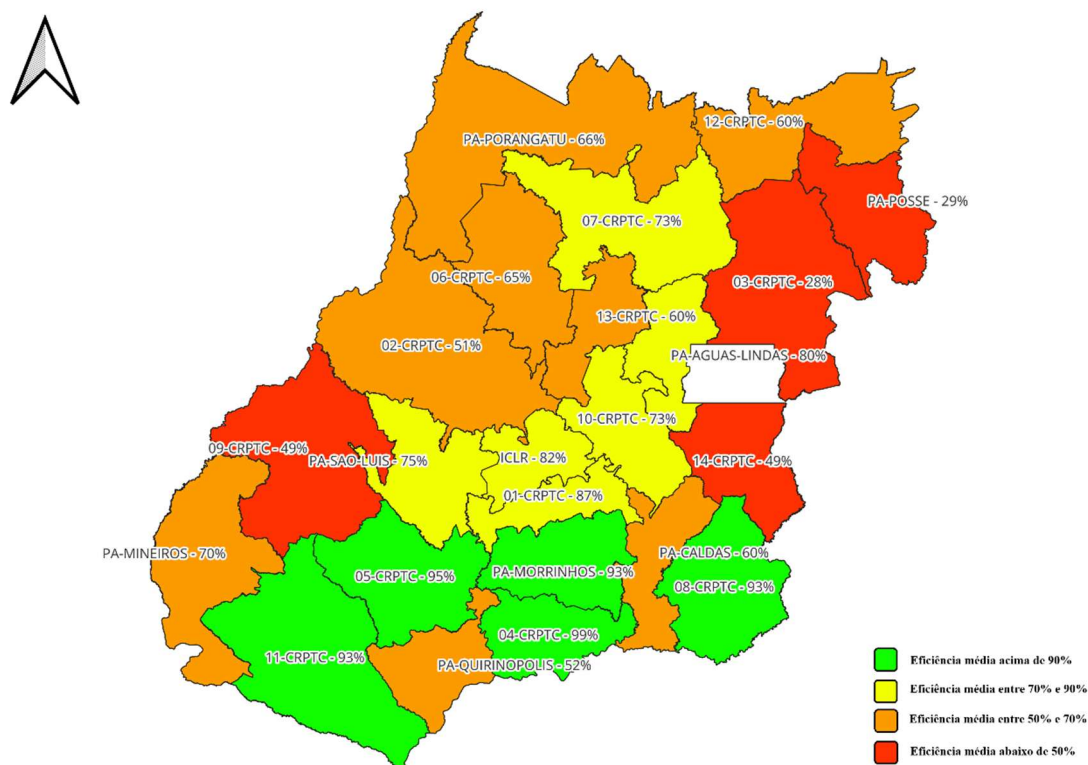
DMU	Furto/Roubo/Dano	Morte Violenta	Acidente de Trânsito	Média
PA-QUIRINOPOLIS	54,47%	34,53%	65,12%	51,37%
PA-SAO-LUIS	62,29%	84,24%	77,21%	74,58%

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir dessa abordagem, considerando os exames periciais estudados neste trabalho, a unidade mais eficiente da PTC-GO no ano de 2023 foi a Coordenação Regional de Itumbiara (04-CRPTC) com uma eficiência média de 98,02%. É importante notar que, apesar dessa DMU não ter obtido índice máximo em nenhum dos exames avaliados, ela obteve resultados expressivos acima de 95% em todos eles, o que lhe garantiu a primeira posição no ranking geral.

Em contrapartida, a unidade menos eficiente da PTC-GO no ano de 2023 foi a Coordenação Regional de Formosa (03-CRPTC), com um índice de eficiência médio de apenas 27,89%.

Figura 19 - Distribuição geográfica das DMUs de acordo com as médias de eficiência



Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 Análise de alvos

Através do ranking das médias de eficiência é possível identificar as DMUs com menor índice de eficiência, o que permite à administração atuar de forma pontual em determinadas unidades a fim de melhorar o desempenho da instituição como um todo.

Nesse sentido, a partir das informações presentes na Tabela 8, observa-se que mais da metade das unidades avaliadas (12 unidades) obtiveram médias de eficiência inferiores a 70%, e 4 unidades não alcançaram sequer 50% de média de eficiência.

Tal informação serve de alerta e demonstra a necessidade de se intervir na gestão dessas unidades sobretudo com vistas a melhorar a qualidade do serviço público prestado pela Polícia Técnico-Científica de Goiás.

Para tanto, o método DEA permite a avaliação dos *inputs* e *outputs* das unidades ineficientes através do cálculo de alvos, que são valores propostos pelo modelo para que as unidades ineficientes alcancem a eficiência padrão.

Tabela 9 - Alvos sugeridos pelo modelo DEA para a DMU 03-CRPTC para o exame de local de furto/roubo/dano

03-CRPTC (eficiência: 45,59%)			
Variável	Atual	Alvo	Variação
Peritos por 100 mil habitantes	2,54	2,54	0,00%
Requisições por 100 mil habitantes	88,12	80,94	-8,15%
Laudos por 100 mil habitantes	31,91	70,00	119,34%
Laudos por Requisições	0,36	0,83	129,56%
Tempo médio do laudo (dias)	148,65	8,56	-94,24%

Fonte: Elaborado pelo autor

A título de exemplo, a Tabela 9 traz os valores de entrada e saída de cada uma das variáveis selecionadas para a Coordenação Regional de Formosa (03-CRPTC), a qual obteve o índice de 45,59% no cálculo da eficiência padrão para o exame de local de furto/roubo/dano. Essa unidade obteve o índice de eficiência composta normalizada de 28,40%, para o referido exame, além de ter sido a DMU com a pior classificação na média das eficiências expostas na Tabela 8.

De acordo com o modelo aplicado, para que a unidade atinja a eficiência padrão, é necessário reduzir em 8,15% a quantidade de requisições por 100 mil habitantes, o que sugere que a unidade possa estar sobrecarregada em número de requisições.

O modelo ainda aponta que a quantidade de laudos produzidos por 100 mil habitantes deveria ser incrementada em 119,34%, saltando de 31,91 para 70 laudos por 100 mil habitantes. Considerando que não foi sugerida a alteração na quantidade de peritos por 100 mil habitantes, esse aumento sugere que estão sendo produzidos poucos laudos por perito criminal em relação às demais unidades avaliadas.

Com relação à razão entre a quantidade de requisições recebidas pela quantidade laudos produzidos, o modelo sugere um aumento de 129,56%, o que tem relação com o dado anterior que já apontava a necessidade do aumento da quantidade de laudos por 100 mil habitantes produzidos pela unidade no período.

Por fim, foi sugerida a redução em 94,24% do tempo médio de produção dos laudos da referida DMU o que, em última análise, também corrobora com a necessidade de se aumentar a quantidade de laudos produzidos, uma vez que, à medida que se aumenta a quantidade de laudos produzidos no mesmo período, o tempo médio de produção dos laudos consequentemente diminui.

A análise de alvos é uma ferramenta de suma importância para o modelo DEA, pois proporciona ao tomador de decisão um direcionamento prático e eficaz para perseguir a eficiência de uma determinada DMU. Entretanto, esse instrumento não pode ser aplicado quando ocorre o fenômeno da “falsa eficiência”, que é quando uma DMU atinge, simultaneamente, a máxima eficiência padrão e a máxima eficiência invertida, conforme explica Mello *et al.*, (2005). As unidades em que foi observada essa situação seguem na Tabela 10.

Tabela 10 - DMUs classificadas com falsa eficiência

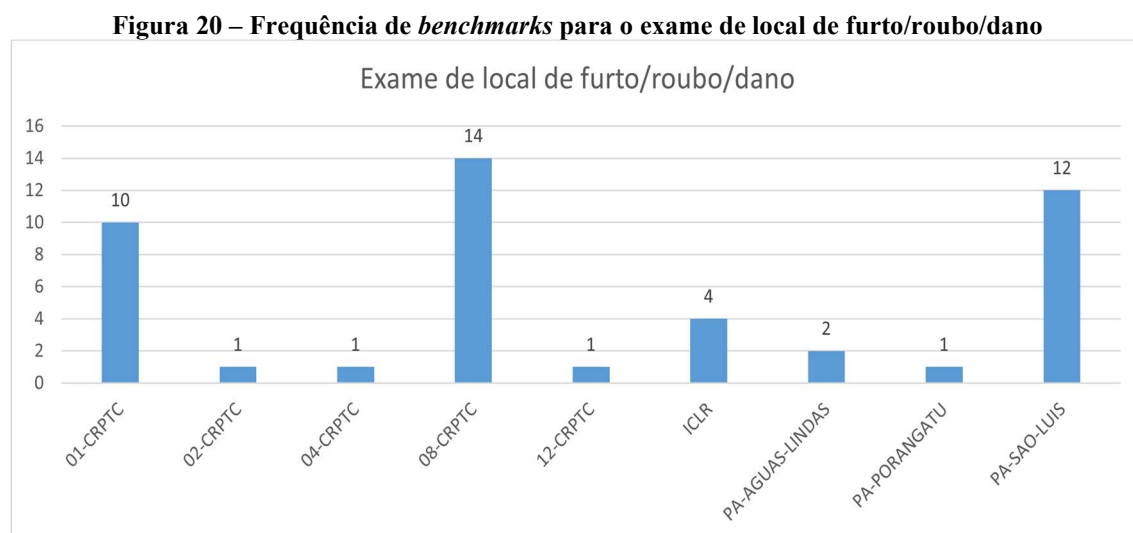
DMU	Padrão	Invertida	Composta	Exame
02-CRPTC	100,0%	100,0%	50,0%	Furto/Roubo/Dano
12-CRPTC	100,0%	100,0%	50,0%	Furto/Roubo/Dano
PA-SAO-LUIS	100,0%	100,0%	50,0%	Furto/Roubo/Dano
ICLR	100,0%	100,0%	50,0%	Morte Violenta
PA-MINEIROS	100,0%	100,0%	50,0%	Morte Violenta
14-CRPTC	100,0%	100,0%	50,0%	Acidente de Trânsito
PA-PORANGATU	100,0%	100,0%	50,0%	Acidente de Trânsito
PA-QUIRINOPOLIS	100,0%	100,0%	50,0%	Acidente de Trânsito

Fonte: Elaborado pelo autor

4.5 Análise de *benchmarks*

Conforme exposto por Mello, *et al.*, (2005), o método DEA utiliza valores das próprias DMUs avaliadas para calcular e comparar a eficiência das demais. Tais unidades tomadas como referência, também conhecidas como *benchmarks*, possuem pesos diferentes para cada DMUs do modelo e representam, a princípio, aquelas que adotam as melhores práticas de *outputs* em relação aos seus *inputs*.

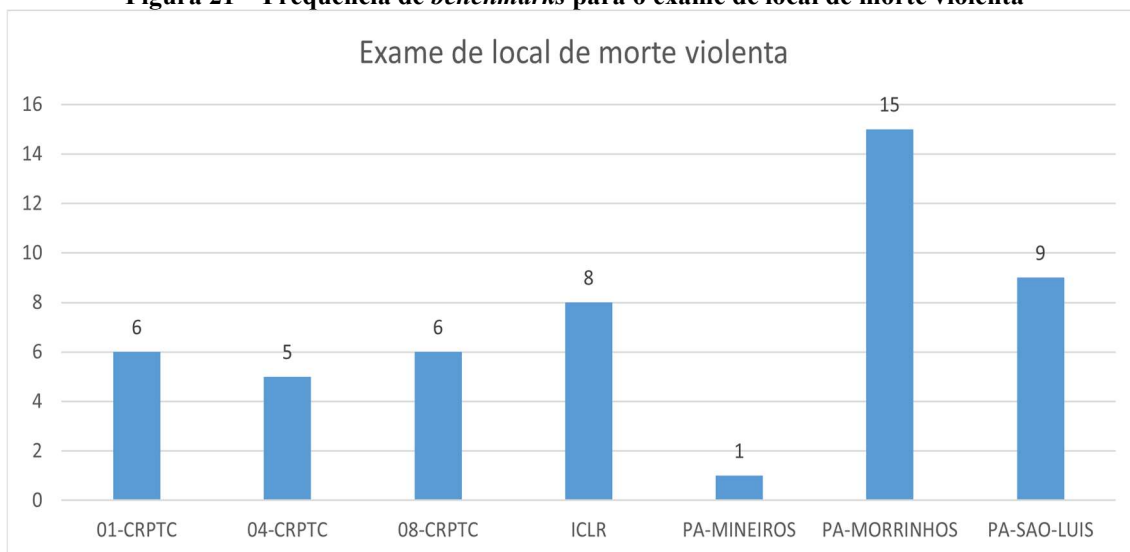
No modelo DEA, todas as unidades que atingem índices de eficiência padrão igual a 100%, são consideradas como *benchmarks*. A frequência com que cada DMU eficiente foi benchmark de alguma unidade para cada tipo de exame avaliado está ilustrada na Figura 20, Figura 21 e Figura 22.



Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que, para o exame de local de furto/roubo/dano, as DMUs mais utilizadas como referência foram 01-CRPTC, 08-CRPTC e PA-SÃO-LUIS.

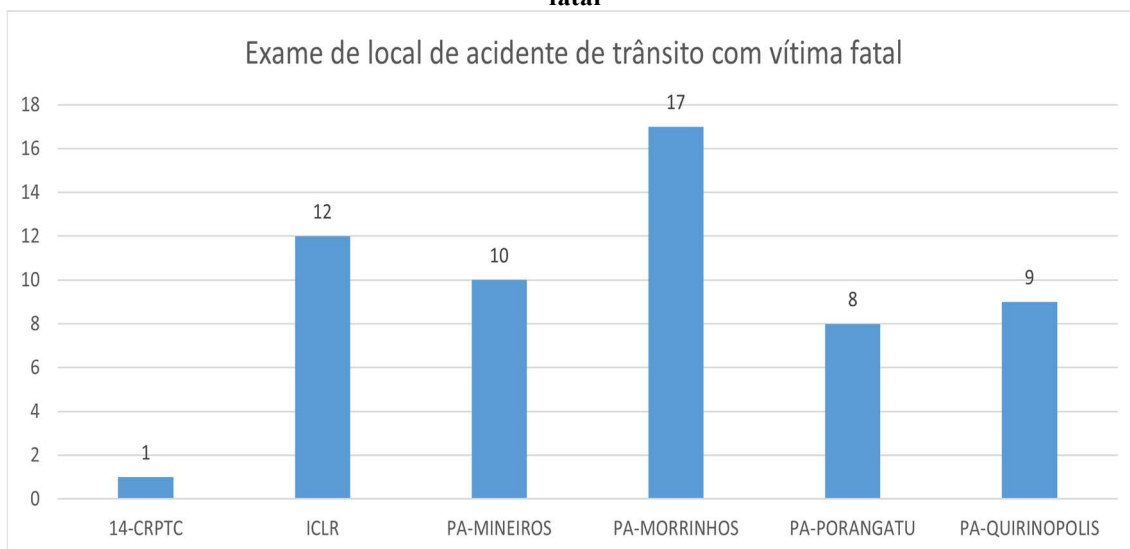
Figura 21 – Frequência de *benchmarks* para o exame de local de morte violenta



Fonte: Elaborado pelo autor

Já para os exames de local de morte violenta e local de acidente de trânsito com vítima fatal, houve uma maior distribuição entre os *benchmarks*, de modo que apenas as DMUs PA-MINEIROS e 14-CRPTC foram referenciadas uma única vez.

Figura 22 – Frequência de *benchmarks* para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal



Fonte: Elaborado pelo autor

5. SUGESTÕES

Com base nas análises realizadas a partir dos índices de eficiência padrão, composta e normalizada, bem como dos alvos para cada um dos exames periciais abordados neste trabalho, foi possível identificar as unidades menos eficientes da Polícia Técnico-Científica de Goiás, bem como suas principais deficiências.

Assim, considerando os resultados obtidos a partir da análise de alvos para todas as DMUs da PTC-GO em cada um dos exames avaliados neste estudo, foi possível identificar quais parâmetros deveriam ser alterados nas unidades ineficientes para que pudessem atingir a eficiência padrão, conforme mostrado na Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13.

Tabela 11 – Variação de alvos para unidades ineficientes atingirem eficiência padrão para o exame de local de furto/roubo/dano

DMU	EFICIÊNCIA	PERITOS	REQ.	LAUDOS	LDO_REQ	TEMPO
01-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
02-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
03-CRPTC	45,59%	0,00%	-8,15%	119,34%	129,56%	-94,24%
04-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
05-CRPTC	97,66%	0,00%	0,00%	2,40%	2,81%	-60,48%
06-CRPTC	87,86%	0,00%	0,00%	13,82%	17,97%	-65,49%
07-CRPTC	96,30%	-30,58%	0,00%	3,84%	9,63%	-84,69%
08-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
09-CRPTC	79,03%	0,00%	0,00%	26,54%	37,78%	-87,99%
10-CRPTC	76,90%	0,00%	0,00%	30,04%	33,70%	-58,51%
11-CRPTC	96,55%	0,00%	0,00%	3,58%	6,38%	-80,78%
12-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
13-CRPTC	80,55%	-18,83%	0,00%	24,14%	31,26%	-86,77%
14-CRPTC	39,13%	0,00%	-1,96%	155,57%	155,57%	-77,97%
ICLR	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-AGUAS-LINDAS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-CALDAS	89,27%	0,00%	0,00%	12,01%	14,48%	-92,14%
PA-MINEIROS	68,60%	0,00%	0,00%	45,76%	52,25%	-41,51%
PA-MORRINHOS	77,04%	0,00%	0,00%	29,81%	35,97%	-54,25%
PA-PORANGATU	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-POSSE	43,42%	-17,88%	0,00%	130,30%	153,75%	-92,77%
PA-QUIRINOPOLIS	87,43%	0,00%	-29,02%	14,37%	56,76%	-83,11%
PA-SAO-LUIS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 12 - Variação de alvos para unidades ineficientes atingirem eficiência padrão para o exame de local de morte violenta

DMU	EFICIÊNCIA	PERITOS	REQ	LAUDOS	LDO REQ	TEMPO
01-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
02-CRPTC	63,47%	0,00%	0,00%	60,57%	57,55%	-54,90%
03-CRPTC	34,99%	0,00%	0,00%	186,40%	185,79%	-65,01%
04-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
05-CRPTC	95,51%	0,00%	0,00%	5,02%	4,70%	-4,49%
06-CRPTC	70,67%	0,00%	0,00%	43,97%	41,50%	-61,96%
07-CRPTC	86,45%	-46,15%	-3,48%	15,68%	19,66%	-13,55%
08-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
09-CRPTC	55,11%	-7,46%	0,00%	84,57%	81,44%	-67,08%
10-CRPTC	88,52%	0,00%	0,00%	14,94%	12,97%	-11,48%
11-CRPTC	91,82%	0,00%	-6,16%	8,91%	17,49%	-17,07%
12-CRPTC	86,89%	-62,94%	-14,17%	15,09%	34,09%	-18,76%
13-CRPTC	75,33%	-4,77%	0,00%	33,92%	32,75%	-50,18%
14-CRPTC	90,90%	0,00%	-22,79%	10,01%	43,14%	-41,06%
ICLR	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-AGUAS-LINDAS	95,30%	0,00%	-1,12%	4,94%	4,94%	-32,06%
PA-CALDAS	82,37%	-23,46%	-22,04%	21,40%	55,72%	-61,09%
PA-MINEIROS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-MORRINHOS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-PORANGATU	71,14%	0,00%	0,00%	40,58%	40,58%	-28,86%
PA-POSSE	56,53%	-18,95%	0,00%	79,58%	76,89%	-60,29%
PA-QUIRINOPOLIS	54,66%	0,00%	-24,42%	82,96%	141,18%	-45,34%
PA-SAO-LUIS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 13 - Variação de alvos para unidades ineficientes atingirem eficiência padrão para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal

DMU	EFICIÊNCIA	PERITOS	REQ	LAUDOS	LDO REQ	TEMPO
01-CRPTC	76,52%	0,00%	0,00%	37,26%	30,69%	-36,45%
02-CRPTC	76,78%	0,00%	-35,38%	30,25%	94,12%	-68,33%
03-CRPTC	46,14%	0,00%	0,00%	116,74%	122,52%	-53,86%
04-CRPTC	97,41%	0,00%	-8,12%	2,66%	2,66%	-2,59%
05-CRPTC	92,41%	0,00%	0,00%	18,30%	8,21%	-7,59%
06-CRPTC	60,89%	0,00%	-6,51%	64,24%	81,14%	-39,12%
07-CRPTC	94,69%	-37,71%	0,00%	5,61%	8,50%	-5,31%
08-CRPTC	88,98%	0,00%	0,00%	21,33%	12,38%	-11,02%
09-CRPTC	64,79%	-18,01%	-7,32%	54,33%	66,52%	-68,25%
10-CRPTC	76,49%	0,00%	0,00%	42,28%	30,73%	-41,01%
11-CRPTC	93,34%	0,00%	0,00%	15,90%	7,13%	-6,66%

DMU	EFICIÊNCIA	PERITOS	REQ	LAUDOS	LDO_REQ	TEMPO
12-CRPTC	94,71%	-56,07%	-8,24%	5,58%	19,71%	-5,28%
13-CRPTC	69,69%	-28,76%	0,00%	47,90%	43,50%	-38,96%
14-CRPTC	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ICLR	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-AGUAS-LINDAS	91,83%	0,00%	0,00%	15,62%	8,90%	-8,17%
PA-CALDAS	71,69%	-15,67%	0,00%	48,74%	39,49%	-33,45%
PA-MINEIROS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-MORRINHOS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-PORANGATU	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-POSSE	32,25%	0,00%	-3,10%	210,03%	239,32%	-67,74%
PA-QUIRINOPOLIS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PA-SAO-LUIS	85,16%	-27,08%	-0,30%	17,42%	17,42%	-14,84%

Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez que o modelo DEA utilizado foi o BCC orientado a *outputs*, observa-se que houve uma tendência maior em sugerir alterações nas variáveis de saída, uma vez que este modelo prioriza a maximização dos *outputs* em detrimento da minimização dos *inputs*.

A seguir, são explanadas as sugestões de modificação das DMUs para cada tipo de variável.

5.1 Quantidade de peritos criminais (*input*)

Apesar do modelo DEA utilizado priorizar os valores de *outputs*, os resultados mostraram que há a necessidade de reduzir a quantidade de peritos criminais em 3 DMUs para o exame de local de furto/roubo/dano, em 6 DMUs para o exame de local de morte violenta e em 6 DMUs para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.

A necessidade de redução de peritos criminais em uma unidade sugere que unidades eficientes têm capacidade de entregar resultados melhores com um contingente inferior.

Cabe ressaltar que, dada a necessidade de alocação de uma quantidade mínima de profissionais nas escalas de trabalho para que a unidade não fique com escalas vazias, a redução da quantidade de peritos criminais pode se tornar inviável.

5.2 Quantidade de requisições (*input*)

Apesar da quantidade de requisições, que a PTC-GO recebe anualmente, ser variável, esse número não pode ser controlado, uma vez que depende de elementos externos à instituição. Contudo, é possível alterar a quantidade de requisições que uma determinada DMU recebe através da realocação de cidades atendidas por cada unidade regional.

A necessidade de redução da quantidade de requisições de uma unidade sugere que unidades eficientes têm maior capacidade de absorver demandas.

O modelo proposto indicou a necessidade de redução da quantidade de requisições em 3 DMUs para o exame de local de furto/roubo/dano, em 7 DMUs para o exame de local de morte violenta e em 7 DMUs para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.

Essa variável também possui limitações de manejo sobretudo pelo fato de haver limitações geográficas que inviabilizem a alocação de um determinado município a uma outra DMU, dado o aumento significativo da distância que os peritos deveriam percorrer para o atendimento das ocorrências.

5.3 Quantidade de laudos periciais (*output*)

O modelo DEA apontou a necessidade de aumento na produção de laudos por 100 mil habitantes para todas as unidades ineficientes em todos os exames avaliados. Tais aumentos sugerem que as unidades eficientes têm capacidade de produzir uma quantidade de laudos superior sem a necessidade de aumentar a quantidade de peritos criminais.

Dentre as unidades com as maiores variações entre os *outputs* e os alvos para o exame de local de furto/roubo/dano, destacam-se Coordenação Regional de Formosa (03-CRPTC), o Posto de Atendimento de Posse (PA-POSSE) e a Coordenação Regional de Luziânia (14-CRPTC), todas com indicações de aumento acima de 100%, o que significa que as unidades eficientes produzem mais do que o dobro de laudos por 100 mil habitantes em relação a elas.

5.4 Relação entre quantidade de requisições e laudos periciais (*output*)

A relação entre quantidade de requisições recebidas pela unidade e o número de laudos emitidos está intimamente ligada à quantidade de laudos produzidos por 100 mil habitantes.

Em geral, como a redução da quantidade de requisições não é o principal foco da unidade, pelas limitações elencadas na seção 5.2, a abordagem mais viável é aumentar a quantidade de laudos produzidos pela unidade.

A DMU que mais se destacou nesse parâmetro foi o Posto de Atendimento de Posse (PA-POSSE) para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal com uma sugestão de aumento de 239,32% de laudos em relação à quantidade de requisições.

5.5 Tempo médio de produção do laudo (*output*)

A variações no tempo médio de produção do laudo indicam o quanto as unidades eficientes produzem o mesmo tipo de laudo mais rapidamente. A emissão de laudos periciais de forma célere é um importante indicador de eficiência, visto que quanto antes o laudo for liberado, mais rapidamente os processos criminais e judiciais poderão ser conduzidos, o que contribui para que a justiça cumpra o seu papel social.

O modelo DEA proposto sugeriu a redução do tempo médio de produção do laudo para todas as unidades ineficientes, porém há discrepâncias significativas para o exame de local de furto/roubo/dano com 8 DMUS apresentando indicações de redução de tempo médio do laudo acima de 80%.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de mensurar a eficiência das unidades periciais da Polícia Técnico-Científica de Goiás, este trabalho se propôs a avaliar a metodologia da Análise Envoltória de Dados aplicada à perícia criminal a fim de identificar quais seriam os gargalos e possíveis recomendações para suas unidades ineficientes.

Integrante de uma das seis forças que compõem a Secretaria de Estado da Segurança Pública do estado de Goiás, e sendo crucial para a conclusão efetiva dos processos criminais, o desempenho da PTC-GO reflete diretamente nos resultados da segurança pública do estado como um todo e impacta diretamente na vida do cidadão goiano. Daí a importância de haver mecanismos para mensurar a eficiência das unidades de segurança, sobretudo para avaliar a efetividade da aplicação das políticas públicas propostas pelos tomadores de decisão.

Nesse diapasão, a escolha do modelo de Análise Envoltória de Dados ocorreu sobretudo por sua flexibilidade, uma vez que, por ser um modelo não paramétrico, as análises podem ser feitas de forma comparativa entre as todas as unidades avaliadas.

Através do cálculo das eficiências padrão, fronteira invertida e eficiência composta, o modelo DEA não apenas constrói *rankings* de eficiência, para identificar as unidades eficientes e ineficientes, mas também cria mecanismos de desempate, o que contribui para a eliminação de dúvidas quando da análise com resultados similares.

Além disso, através do cálculo de alvos, a técnica permite, aos tomadores de decisão, avaliar quais parâmetros devem ser alterados para que as unidades ineficientes alcancem a eficiência padrão, o que é de grande ajuda para a alta gestão da instituição.

Para tanto, com base nos dados coletados do Sistema de Informações de Criminalística – ODIN, e após a aplicação do modelo DEA BCC orientado a *outputs*, foram analisadas neste trabalho 23 unidades da PTC-GO que realizaram os três principais exames de perícias externas no ano de 2023.

Com isso, o modelo calculou que 9 DMUs alcançaram a eficiência padrão para o exame de local de furto/roubo/dano, 7 DMUs para o exame de local de morte violenta e 6 DMUs para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal. Em seguida, após a análise da Fronteira Invertida, foi possível identificar as unidades com “falsa

eficiência”, bem como determinar as eficiências compostas para cada exame, o que permitiu a produção do ranking final de eficiência para cada exame avaliado.

Os resultados mostraram que a unidade mais eficiente para os exames de local de furto/roubo/dano foi a Coordenação Regional de Aparecida de Goiânia (01-CRPTC) e, para os exames de local de morte violenta e de local de acidente de trânsito com vítima fatal foi o Posto de Atendimento de Morrinhos (PA-MORRINHOS).

Já as unidades que apresentaram os piores resultados foram a Coordenação Regional de Luziânia (14-CRPTC) para o exame de local de furto/roubo/dano, a Coordenação Regional de Formosa (03-CRPTC) para o exame de local de morte violenta e o Posto de Atendimento de Posse (PA-POSSE) para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal.

De posse de todos os valores de eficiência, foi possível construir um *ranking* geral com a média das eficiências normalizadas das unidades para os três exames avaliados indicando que a Coordenação Regional de Itumbiara (04-CRPTC) foi a unidade com maior eficiência média de toda a PTC-GO no ano de 2023, com uma eficiência média de 98,02%, ao passo que a Coordenação Regional de Formosa (03-CRPTC) foi a unidade menos eficiente, com uma média de apenas 27,89%.

Ademais, a partir do cálculo de alvos, que indicam o quanto cada variável de entrada ou de saída deve ser alterada para que uma determinada DMU atinja a eficiência padrão, foi possível construir uma tabela de recomendações para cada unidade ineficiente em cada um dos três exames avaliados neste estudo. Estes valores podem ser usados pela alta gestão como guias para nortear as ações a serem implementadas para a melhoria do desempenho de tais unidades.

Com relação às limitações deste estudo, observa-se que, apesar da análise DEA apresentar valores quantitativos em relação à eficiência das unidades da PTC-GO, existem aspectos internos, conjunturais, geográficos, ambientais e até mesmo socioculturais que podem impactar o desempenho das unidades. Os diferentes tipos de ocorrências que cada perito criminal deve atender, com níveis de complexidade variáveis; as distâncias médias percorridas, que variam conforme a área de abrangência de cada regional; os diferentes tipos de equipamentos e EPIs que estão à disposição de cada profissional; bem como os diferentes tipos de capacitação e experiência de cada servidor

são fatores que podem influenciar negativamente no desempenho das DMUs, e não puderam ser mapeados neste estudo.

Além disso, pelo fato deste trabalho utilizar dados coletados a partir de um sistema informatizado, o qual depende do correto preenchimento dos seus usuários, é possível que alguns parâmetros não retratem perfeitamente a realidade, visto de podem ter sido inseridos extemporaneamente, como é o caso do tempo médio do laudo, que depende de uma interação do usuário para indicar a data em que o laudo foi emitido.

Para estudos futuros, sugere-se que seja feita uma abordagem envolvendo outros tipos de exames periciais, de modo a compreender uma gama maior de particularidades da PTC-GO. Os estudos também podem ser direcionados para os próprios peritos criminais de uma determinada unidade, a fim de se identificar os profissionais com as melhores práticas e utilizá-los como multiplicadores para os demais colegas.

O presente trabalho apresenta-se como uma ferramenta para auxiliar o processo de tomada de decisão da Polícia Técnico-Científica de Goiás, de modo a contribuir para a melhor aplicação dos recursos da instituição, visto que se propôs a identificar as unidades menos eficientes e a sugerir as possíveis alternativas para melhorar seus desempenhos.

Com o aumento da eficiência, é possível melhorar o tempo de resposta de atendimentos para a população, reduzir a fila de laudos pendentes a serem entregues para a instrução de processos judiciais e, conseqüentemente, otimizar a aplicação da justiça, seja para condenar criminosos ou absolver inocentes.

Por fim, ressalta-se a constante necessidade de melhoria dos métodos de aferição e acompanhamento de desempenho dos órgãos e instituições de segurança, com vistas a sua melhoria contínua e em busca de uma segurança pública cada vez melhor.

REFERÊNCIAS

- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, 1984. 1078-1092.
- BARROS, A.P.C.H. A eficiência relativa da governança eletrônica das universidades federais brasileiras. **Dissertação (Mestrado em Administração e Controladoria) Universidade Federal do Ceará**, 2017.
- BEZIĆ, H; GALOVIĆ, T; PETAR, M. Efficiency of the pharmaceutical industry of the selected European countries through implementation of the DEA analysis. **Recent Advances in Business Management and Marketing**, 2013. 271-276.
- BRASIL. Código de Processo Penal. **DECRETO LEI Nº 3689**, Brasília, DF, 3 outubro 1941. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm>. Acesso em: 10 março 2023.
- BRASIL. Lei nº 12830 de 20 de junho de 2013. **Presidência da República**, 2013. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/12830.htm>. Acesso em: 10 março 2024.
- CASA Civil. **Casa Civil**, 2023. Disponível em: <<https://www.casacivil.go.gov.br/noticias/10210-caiado-inaugura-instituto-m%C3%A9dico-veterin%C3%A1rio-legal-e-t%C3%BAnel-de-tiro-da-pol%C3%ADcia-cient%C3%ADfica-de-goi%C3%A1s.html>>. Acesso em: 06 março 2024.
- CHARNES, A; COOPER, WW; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, 1978. 429-44.
- COOPER, W; SIEFORD, L; TONE, K. Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, Reference and DEA-Solver software. **Kluwer Academic Publishers**, Norwell, 2000.
- COOPER, William; SEIFORD, Lawrence; ZHU, Joe. **Handbook on Data Envelopment Analysis**. 2ª. ed.
- DIEZ-TICIO, A; MANCEBON, M. The efficiency of the Spanish Police service: an application of the multiactivity DEA model. **Applied Economics**, 2002. 351-362.
- DYSON, R et al. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of Operational Research**, 2001. 245-259.

ENTANI, T.; MAEDA, Y.; TANAKA, H. Dual models of interval DEA and its extensions to interval data. **European Journal of Operational Research**, 2002. 32-45.

ESTATÍSTICAS. Site da SSP-GO, 2024. Disponível em: <<https://www.seguranca.go.gov.br/estatisticas>>. Acesso em: 04 março 2024.

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistic Society**, 1957. 253-290.

FLEGL, Martin; GRESS, Eva. A two-stage Data Envelopment Analysis model for investigating the efficiency of the public security in Mexico. **Decision Analytics Journal**, Mexico, 2023.

FRANÇA, R L. **Enciclopédia Saraiva do Direito**.

G1 - GOIÁS. Acidente com brinquedo no Mutirama que deixou 13 feridos completa um ano, e reabertura do parque passa para outubro, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2018/07/26/acidente-com-brinquedo-no-mutirama-que-deixou-13-feridos-completa-um-ano-e-reabertura-do-parque-passa-para-outubro.ghtml>>. Acesso em: 10 março 2024.

G1. G1, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2023/12/19/caso-pedro-lucas-policia-faz-pericia-na-casa-da-familia-do-menino.ghtml>>. Acesso em: 05 março 2024.

G1 Goiás. G1 Goiás, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2023/12/27/laudo-aponta-que-substancia-usada-para-matar-mae-e-filho-foi-colocada-em-doces-diz-pericia.ghtml>>. Acesso em: 05 março 2024.

GOIÁS. Lei nº 14383 de 31 de dezembro de 2002. **Casa Civil**, 2002. Disponível em: <[GOMES, E.G. et al. Método multicritério para seleção de variáveis em modelos DEA. **Revista Pesquisa Naval**, 2002. 55-66.](https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/81948/pdf#:~:text=LEI%20No%2014.383%2C%20DE%2031%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202002.&text=Modifica%20a%20organiza%C3%A7%C3%A3o%20administrativa%20do,Art.>. Acesso em: 10 março 2024.</p>
</div>
<div data-bbox=)

GONDIM, Sócrates Santos. Análise da eficiência técnica das redes hospitalares públicas estadual e municipal em Fortaleza. **Mestrado Profissional em Economia) – Programa de Mestrado em Economia, Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2008.

- HAAG, L. C.. Practical crime scene processing and investigation. **CRC Press**, 2019.
- IBGE. **IBGE**, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go.html>>. Acesso em: 04 março 2024.
- JESUS, Igor; GOMES, Fernanda; MEZA, Lidia. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL DAS UNIDADES DE POLÍCIA PACIFICADORA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Revista Produção Online**, Florianópolis, 2014. 448-464.
- JONES, A. W.; HOLMGREN, P; AHLNER, J. Analytical toxicology. **Academic Press**, 2020.
- KASSAI, S. **Utilização da análise por envoltórias de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis.**
- LETA, F.R. et al. Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, 2005.
- LINS, M.P.E.; MOREIRA, M.C.B. Método I-O stepwise para seleção de variáveis em modelos de análise envoltória de dados. **Pesquisa Operacional**, 1999. 39-50.
- LINS, M; CALÔBA, G. **Programação Linear.**
- LIU, John et al. Data envelopment analysis 1978–2010: A citation-based literature survey. **Omega**, Taiwan, 2013. 3-15.
- MACIEL, Glauciélia Sarmento. **EFICIÊNCIA TÉCNICA DA POLÍCIA MILITAR: um estudo dos Comandos de Policiamento Regionais do Distrito Federal por meio da Análise Envoltória de Dados.**
- MANZANO, Luiz F. D. M. **Prova Pericial: Admissibilidade e assunção da prova científica e técnica.**
- MANZANO, Luiz Fernando de Moraes. **Prova Pericial: admissibilidade e assunção da prova científica e técnica.**
- MARIANO, Enzo. Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva. **XIV SIMPEP Simpósio de Engenharia de Produção**, São Paulo, 2007.
- MARZZONI, David Nogueira Silva. **EFICIÊNCIA NA SEGURANÇA PÚBLICA: UMA ABORDAGEM COM ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E ÍNDICE MALMQUIST.**
- MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de et al. EFICIÊNCIA DEA COMO MEDIDA DE DESEMPENHO DE UNIDADES POLICIAIS. **Revista Produção**, Florianópolis - SC, 03 set. 2005.

MELLO, João et al. CURSO DE ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS. **XXXVII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Gramado, RS, 30 set. 2005. 2520-2547.

MIRANDA, Edher de Souza Ferreira de; VIANA, Leonardo Ferreira; GAICK, Valcerli Germano. **ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA AVALIAÇÃO DE HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS**.

NOTÍCIAS da SSP. **SSP-GO**, 2022. Disponível em: <<https://www.seguranca.go.gov.br/ultimo-segundo/policia-cientifica-recebe-novo-posto-de-atendimento-em-aguas-lindas-de-goias.html>>. Acesso em: 04 março 2024.

O Popular. **O Popular**, 2024. Disponível em: <<https://opopular.com.br/cidades/nova-pericia-reforca-vers-o-de-familia-sobre-morte-de-jovem-proximo-ao-complexo-prisonal-em-aparecida-de-goiania-1.3115070>>. Acesso em: 05 março 2024.

POLÍCIA Científica. **Polícia Científica**, 2018. Disponível em: <<https://www.policiacientifica.go.gov.br/noticias/lancamento-do-novo-sistema-de-informacoes-odin>>. Acesso em: 05 março 2024.

POLÍCIA CIENTÍFICA. Histórico da Polícia Científica. **Polícia Científica de Goiás**, 2018. Disponível em: <<https://www.policiacientifica.go.gov.br/historico>>. Acesso em: 10 março 2024.

POLÍCIA Científica. **Estrutura Administrativa**, 2019. Disponível em: <<https://www.policiacientifica.go.gov.br/estrutura-administrativa>>. Acesso em: 04 março 2024.

RABELLO, Eraldo. **Curso de Criminalística**.

SAMUELSON, Paul A.; NORDHAUS, William D. **Economia**. 19^a. ed.

SANTIAGO, Katarina Tatiana Marques et al. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS DELEGACIAS DA POLÍCIA CIVIL DO ESTADO DE PERNAMBUCO: UM MODELO EM DOIS ESTÁGIOS. **XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Salvador - BA, 2014. 618-626.

SCALCO, Paulo Roberto ; AMORIM, Airton Lopes ; GOMES, Adriano Provezano. Eficiência técnica da Polícia Militar em Minas Gerais. **Nova Economia**, Belo Horizonte - MG, 2012. 165-190.

SENRA, L. **Métodos de Seleção de Variáveis em DEA**: Estudo de caso no setor elétrico brasileiro.

SILVEIRA, Juliana Quintanilha da ; MEZA, Lidia Angulo; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Identificação de Benchmarks e anti-Benchmarks para companhias aéreas usando modelos DEA e fronteira invertida. **Produção**, Niterói, RJ, Brasil, set/dez 2012. 788-795.

SIMIONATO, VINÍCIUS EDUARDO. **ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) COMO FERRAMENTA PARA MELHORIA DE PROCESSOS BASEADO NA EFICIÊNCIA DOS AGENTES: ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO FINANCEIRA.**

SSP-GO. Portaria 0417/2018 - SSP-GO, 2018. Disponível em: <https://www.seguranca.go.gov.br/legislacao-aplicavel/legislacoes?search=&category_filter=3517>. Acesso em: 10 março 2024.

SSP-GO. **Site da SSP-GO**, 2024. Disponível em: <<https://www.seguranca.go.gov.br/>>. Acesso em: 04 março 2024.

SUN, C; GUI, X. Data envelopment analysis: surveys. **Management and Service Science (MASS), 2011 International Conference on. IEEE**, 2011. 1-4.

SUTTON, K. L.; HANCOCK, A. M. Forensic DNA evidence: A review of the past, present, and future. **Forensic Science International: Genetics**, 2018. 266-277.

TOCCHETTO, Domingos; ESPÍNDULA, Alberi. **Criminalística: procedimentos e metodologias**. 2^a. ed.

TSCHAFFON, Pâmela B.; MEZA, Lidia A. UM ESTUDO DE OUTPUTS INDESEJÁVEIS EM DEA COM APLICAÇÃO NO SETOR DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **XLIII Simpósio Brasileiro de PESQUISA OPERACIONAL**, Ubatuba/SP, ago. 2011. 15 a 18.

TURRIONI, J; MELLO, C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção**. 1. ed.

UOL. Oito pessoas morrem após queda de helicóptero que levava assassino confesso de chacina em Goiás. **Cotidiano**, 2012. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2012/05/08/oito-pessoas-morrem-apos-queda-de-helicoptero-que-levava-suspeito-de-chacina-em-goias.htm#:~:text=Um%20helic%C3%B3ptero%20da%20Pol%C3%ADcial%20Civil,2%2C%20est%C3%A1%20entre%20as%20v%C3%AD>>. Acesso em: 10 março 2024.

VARGAS, Jean Pierre Sardá; KRIEGER, Jorge Roberto. A PERÍCIA CRIMINAL EM FACE DA LEGISLAÇÃO. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**, Itajaí, 2014. 382-396.

YAMADA, Y.; MATUI, T.; SUGIYAMA, M. Journal of the Operations Research Society of Japan. **New analysis of efficiency based on DEA**, 1994. 158-167.

APÊNDICE I

Valores de *inputs*, *outputs*, eficiências, alvos e benchmarks obtidos a partir do modelo DEA BCC orientado a *output* para o Exame de local de furto/roubo/dano

Inputs e Outputs

UNIDADE	PERITOS	REQUISIÇÕES	LAUDOS	LDO REQ	TEMPO
01-CRPTC	2,127350279	65,23874189	61,92953034	0,949275362	0,021746053
02-CRPTC	2,716763791	15,84778878	8,150291373	0,514285714	0,006378455
03-CRPTC	2,538512867	88,12266094	31,91273318	0,362139918	0,006727241
04-CRPTC	3,059101848	69,33964188	58,63278541	0,845588235	0,113089005
05-CRPTC	3,146306394	82,43322751	76,14061473	0,923664122	0,040255009
06-CRPTC	3,063537773	61,27075547	51,46743459	0,84	0,016639325
07-CRPTC	6,375416394	77,30192378	70,92650739	0,917525773	0,021242269
08-CRPTC	4,025348193	100,6337048	94,8832074	0,942857143	0,178997613
09-CRPTC	4,40998774	52,91985288	40,57188721	0,766666667	0,009606148
10-CRPTC	3,095969594	67,38286763	49,35339764	0,732432432	0,026568502
11-CRPTC	3,40987363	74,33524514	68,1974726	0,917431193	0,017809268
12-CRPTC	9,75571685	171,7006166	156,0914696	0,909090909	0,020599251
13-CRPTC	5,467991743	76,55188441	58,78091124	0,767857143	0,018181818
14-CRPTC	1,802077796	68,32878309	22,3757993	0,327472527	0,011926686
ICLR	0,704702916	56,64727288	39,30073956	0,693779904	0,040012484
PA-AGUAS-LINDAS	1,806801316	35,10356843	33,29676712	0,948529412	0,008935449
PA-CALDAS	3,968051517	87,86399787	74,25924981	0,84516129	0,011498551
PA-MINEIROS	2,93901543	35,26818516	23,51212344	0,666666667	0,009773434
PA-MORRINHOS	3,615747303	65,80660091	48,45101386	0,736263736	0,036702768
PA-PORANGATU	4,83960177	21,43252212	16,59292035	0,774193548	0,044444444
PA-POSSE	5,895322651	53,05790386	22,40222607	0,422222222	0,0070059
PA-QUIRINOPOLIS	3,12395868	124,9583472	69,76841053	0,558333333	0,023864158
PA-SAO-LUIS	5,542377015	12,19322943	14,41018024	1,181818182	0,026315789

Eficiências

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
01-CRPTC	1,000000	0,394726	0,802637	1,000000
02-CRPTC	1,000000	1,000000	0,500000	0,622947
03-CRPTC	0,455923	1,000000	0,227962	0,284016
04-CRPTC	1,000000	0,426952	0,786524	0,979925
05-CRPTC	0,976575	0,405723	0,785426	0,978557
06-CRPTC	0,878614	0,467552	0,705531	0,879016
07-CRPTC	0,962977	0,671983	0,645497	0,804220
08-CRPTC	1,000000	0,560823	0,719588	0,896530

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
09-CRPTC	0,790284	0,708064	0,541110	0,674165
10-CRPTC	0,768979	0,492137	0,638421	0,795404
11-CRPTC	0,965481	0,411107	0,777187	0,968292
12-CRPTC	1,000000	1,000000	0,500000	0,622947
13-CRPTC	0,805539	0,696251	0,554644	0,691027
14-CRPTC	0,391287	1,000000	0,195644	0,243752
ICLR	1,000000	0,513533	0,743233	0,925989
PA-AGUAS-LINDAS	1,000000	0,724237	0,637882	0,794733
PA-CALDAS	0,892738	0,701924	0,595407	0,741814
PA-MINEIROS	0,686049	0,688791	0,498629	0,621238
PA-MORRINHOS	0,770370	0,506303	0,632033	0,787446
PA-PORANGATU	1,000000	0,927923	0,536038	0,667846
PA-POSSE	0,434207	1,000000	0,217103	0,270487
PA-QUIRINOPOLIS	0,874342	1,000000	0,437171	0,544668
PA-SAO-LUIS	1,000000	1,000000	0,500000	0,622947

Alvos

01-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,12735	2,12735	0	2,12735
REQ 100K	65,238742	65,238742	0	65,238742
LAUDOS.100K	61,92953	61,92953	0	61,92953
LD.REQ	0,949275	0,949275	0	0,949275
INV.TEMPO	0,021746	0,021746	0	0,021746

02-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,716764	2,716764	0	2,716764
REQ 100K	15,847789	15,847789	0	15,847789
LAUDOS.100K	8,150291	8,150291	0	8,150291
LD.REQ	0,514286	0,514286	0	0,514286
INV.TEMPO	0,006378	0,006378	0	0,006378

03-CRPTC (eficiência:0,455923)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,538513	2,538513	0	2,538513
REQ 100K	88,122661	88,122661	7,184098	80,938563
LAUDOS.100K	31,912733	69,995883	0	69,995883
LD.REQ	0,36214	0,794301	0,037031	0,831332
INV.TEMPO	0,006727	0,014755	0,102011	0,116766

04-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,059102	3,059102	0	3,059102
REQ 100K	69,339642	69,339642	0	69,339642
LAUDOS.100K	58,632785	58,632785	0	58,632785
LD.REQ	0,845588	0,845588	0	0,845588
INV.TEMPO	0,113089	0,113089	0	0,113089

05-CRPTC (eficiência:0,976575)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,146306	3,146306	0	3,146306
REQ 100K	82,433228	82,433228	0	82,433228
LAUDOS.100K	76,140615	77,966984	0	77,966984
LD.REQ	0,923664	0,94582	0,00379	0,949609
INV.TEMPO	0,040255	0,041221	0,060637	0,101857

06-CRPTC (eficiência:0,878614)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,063538	3,063538	0	3,063538
REQ 100K	61,270755	61,270755	0	61,270755
LAUDOS.100K	51,467435	58,57801	0	58,57801
LD.REQ	0,84	0,956052	0,034862	0,990914
INV.TEMPO	0,016639	0,018938	0,029276	0,048214

07-CRPTC (eficiência:0,962977)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	6,375416	6,375416	1,949856	4,425561
REQ 100K	77,301924	77,301924	0	77,301924
LAUDOS.100K	70,926507	73,653346	0	73,653346
LD.REQ	0,917526	0,952801	0,053097	1,005898
INV.TEMPO	0,021242	0,022059	0,116659	0,138718

08-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,025348	4,025348	0	4,025348
REQ 100K	100,633705	100,633705	0	100,633705
LAUDOS.100K	94,883207	94,883207	0	94,883207
LD.REQ	0,942857	0,942857	0	0,942857
INV.TEMPO	0,178998	0,178998	0	0,178998

09-CRPTC (eficiência:0,790284)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,409988	4,409988	0	4,409988
REQ 100K	52,919853	52,919853	0	52,919853
LAUDOS.100K	40,571887	51,338392	0	51,338392
LD.REQ	0,766667	0,970116	0,086212	1,056328
INV.TEMPO	0,009606	0,012155	0,067821	0,079976

10-CRPTC (eficiência:0,768979)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,09597	3,09597	0	3,09597
REQ 100K	67,382868	67,382868	0	67,382868
LAUDOS.100K	49,353398	64,180447	0	64,180447
LD.REQ	0,732432	0,952474	0,026814	0,979288
INV.TEMPO	0,026569	0,03455	0,029484	0,064035

11-CRPTC (eficiência:0,965481)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,409874	3,409874	0	3,409874
REQ 100K	74,335245	74,335245	0	74,335245
LAUDOS.100K	68,197473	70,635727	0	70,635727
LD.REQ	0,917431	0,950232	0,025697	0,975929
INV.TEMPO	0,017809	0,018446	0,074216	0,092662

12-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	9,755717	9,755717	0	9,755717
REQ 100K	171,700617	171,700617	0	171,700617
LAUDOS.100K	156,09147	156,09147	0	156,09147
LD.REQ	0,909091	0,909091	0	0,909091
INV.TEMPO	0,020599	0,020599	0	0,020599

13-CRPTC (eficiência:0,805539)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,467992	5,467992	1,029566	4,438426
REQ 100K	76,551884	76,551884	0	76,551884
LAUDOS.100K	58,780911	72,970876	0	72,970876
LD.REQ	0,767857	0,953221	0,054704	1,007925
INV.TEMPO	0,018182	0,022571	0,114852	0,137423

14-CRPTC (eficiência:0,391287)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	1,802078	1,802078	0	1,802078
REQ 100K	68,328783	68,328783	1,336531	66,992252
LAUDOS.100K	22,375799	57,185069	0	57,185069
LD.REQ	0,327473	0,83691	0	0,83691
INV.TEMPO	0,011927	0,030481	0,023656	0,054137

ICLR (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	0,704703	0,704703	0	0,704703
REQ 100K	56,647273	56,647273	0	56,647273
LAUDOS.100K	39,30074	39,30074	0	39,30074
LD.REQ	0,69378	0,69378	0	0,69378
INV.TEMPO	0,040012	0,040012	0	0,040012

PA-AGUAS-LINDAS (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	1,806801	1,806801	0	1,806801
REQ 100K	35,103568	35,103568	0	35,103568
LAUDOS.100K	33,296767	33,296767	0	33,296767
LD.REQ	0,948529	0,948529	0	0,948529
INV.TEMPO	0,008935	0,008935	0	0,008935

PA-CALDAS (eficiência:0,892738)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,968052	3,968052	0	3,968052
REQ 100K	87,863998	87,863998	0	87,863998
LAUDOS.100K	74,25925	83,181458	0	83,181458
LD.REQ	0,845161	0,946707	0,020812	0,967519
INV.TEMPO	0,011499	0,01288	0,133466	0,146347

PA-MINEIROS (eficiência:0,686049)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,939015	2,939015	0	2,939015
REQ 100K	35,268185	35,268185	0	35,268185
LAUDOS.100K	23,512123	34,271787	0	34,271787
LD.REQ	0,666667	0,971748	0,043221	1,014969
INV.TEMPO	0,009773	0,014246	0,002464	0,01671

PA-MORRINHOS (eficiência:0,770370)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,615747	3,615747	0	3,615747
REQ 100K	65,806601	65,806601	0	65,806601
LAUDOS.100K	48,451014	62,893189	0	62,893189
LD.REQ	0,736264	0,955728	0,045368	1,001095
INV.TEMPO	0,036703	0,047643	0,032582	0,080225

PA-PORANGATU (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,839602	4,839602	0	4,839602
REQ 100K	21,432522	21,432522	0	21,432522
LAUDOS.100K	16,59292	16,59292	0	16,59292
LD.REQ	0,774194	0,774194	0	0,774194
INV.TEMPO	0,044444	0,044444	0	0,044444

PA-POSSE (eficiência:0,434207)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,895323	5,895323	1,053902	4,841421
REQ 100K	53,057904	53,057904	0	53,057904
LAUDOS.100K	22,402226	51,593427	0	51,593427
LD.REQ	0,422222	0,972399	0,099006	1,071404
INV.TEMPO	0,007006	0,016135	0,080729	0,096864

PA-QUIRINOPOLIS (eficiência:0,874342)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,123959	3,123959	0	3,123959
REQ 100K	124,958347	124,958347	36,264764	88,693583
LAUDOS.100K	69,768411	79,795341	0	79,795341
LD.REQ	0,558333	0,638576	0,23667	0,875245
INV.TEMPO	0,023864	0,027294	0,113976	0,14127

PA-SAO-LUIS (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,542377	5,542377	0	5,542377
REQ 100K	12,193229	12,193229	0	12,193229
LAUDOS.100K	14,41018	14,41018	0	14,41018
LD.REQ	1,181818	1,181818	0	1,181818
INV.TEMPO	0,026316	0,026316	0	0,026316

APÊNDICE II

Valores de *inputs*, *outputs*, eficiências, alvos e benchmarks obtidos a partir do modelo DEA BCC orientado a *output* para o exame de local de morte violenta

Inputs e Outputs

UNIDADE	PERITOS	REQUISIÇÕES	LAUDOS	LDO_REQ	TEMPO
01-CRPTC	1,890978026	37,34681601	35,92858249	0,962025316	0,018105052
02-CRPTC	3,169557756	27,62043187	19,4701405	0,704918033	0,006776034
03-CRPTC	2,538512867	32,63802257	11,60463025	0,355555556	0,007490637
04-CRPTC	3,059101848	27,02206632	24,47281478	0,905660377	0,037822878
05-CRPTC	3,146306394	27,05823499	26,11434307	0,965116279	0,024451411
06-CRPTC	3,676245328	26,95913241	21,44476441	0,795454545	0,006552322
07-CRPTC	7,172343444	29,48630082	26,29859263	0,891891892	0,029469548
08-CRPTC	4,025348193	28,75248709	31,6277358	1,1	0,033333333
09-CRPTC	5,291985288	27,34192399	18,52194851	0,677419355	0,007262997
10-CRPTC	3,278085452	27,49949463	26,95314705	0,98013245	0,014572576
11-CRPTC	3,40987363	36,14466048	36,8266352	1,018867925	0,015355688
12-CRPTC	11,70686022	37,07172403	37,07172403	1	0,015248796
13-CRPTC	4,784492775	30,07395459	29,39045562	0,977272727	0,00999001
14-CRPTC	2,102424095	47,75506159	33,18826607	0,694968553	0,010703928
ICLR	0,921534583	25,7487604	22,65890915	0,88	0,006385306
PA-AGUAS-LINDAS	2,06491579	30,4575079	29,68316448	0,974576271	0,008470625
PA-CALDAS	5,668645024	40,81424417	35,14559915	0,861111111	0,007303535
PA-MINEIROS	3,91868724	19,5934362	10,77638991	0,55	0,00731383
PA-MORRINHOS	4,338896763	31,81857626	42,66581817	1,340909091	0,018769552
PA-PORANGATU	4,148230088	24,88938053	18,6670354	0,75	0,017298736
PA-POSSE	5,895322651	28,29754872	20,04409701	0,708333333	0,008483034
PA-QUIRINOPOLIS	4,165278241	40,61146285	20,8263912	0,512820513	0,013446568
PA-SAO-LUIS	5,542377015	22,16950806	24,38645886	1,1	0,025873221

Eficiências

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
01-CRPTC	1,000000	0,501745	0,749128	0,946622
02-CRPTC	0,634701	0,996305	0,319198	0,403349
03-CRPTC	0,349909	1,000000	0,174954	0,221077
04-CRPTC	1,000000	0,469188	0,765406	0,967191
05-CRPTC	0,955087	0,447479	0,753804	0,952530
06-CRPTC	0,706721	1,000000	0,353360	0,446517
07-CRPTC	0,864463	0,860984	0,501740	0,634014
08-CRPTC	1,000000	0,447997	0,776001	0,980579

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
09-CRPTC	0,551133	1,000000	0,275566	0,348214
10-CRPTC	0,885164	0,500987	0,692089	0,874545
11-CRPTC	0,918165	0,526311	0,695927	0,879395
12-CRPTC	0,868886	1,000000	0,434443	0,548976
13-CRPTC	0,753283	0,717576	0,517854	0,654377
14-CRPTC	0,909005	1,000000	0,454503	0,574324
ICLR	1,000000	1,000000	0,500000	0,631816
PA-AGUAS-LINDAS	0,952955	0,801265	0,575845	0,727656
PA-CALDAS	0,823741	1,000000	0,411871	0,520453
PA-MINEIROS	1,000000	1,000000	0,500000	0,631816
PA-MORRINHOS	1,000000	0,417260	0,791370	1,000000
PA-PORANGATU	0,711350	0,705888	0,502731	0,635267
PA-POSSE	0,565310	0,994974	0,285168	0,360347
PA-QUIRINOPOLIS	0,546566	1,000000	0,273283	0,345329
PA-SAO-LUIS	1,000000	0,666701	0,666649	0,842399

Alvos

01-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	1,890978	1,890978	0	1,890978
REQ 100K	37,346816	37,346816	0	37,346816
LAUDOS.100K	35,928582	35,928582	0	35,928582
LD.REQ	0,962025	0,962025	0	0,962025
INV.TEMPO	0,018105	0,018105	0	0,018105

02-CRPTC (eficiência:0,634701)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,169558	3,169558	0	3,169558
REQ 100K	27,620432	27,620432	0	27,620432
LAUDOS.100K	19,47014	30,676082	0,586187	31,262269
LD.REQ	0,704918	1,11063	0	1,11063
INV.TEMPO	0,006776	0,010676	0,00435	0,015025

03-CRPTC (eficiência:0,349909)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,538513	2,538513	0	2,538513
REQ 100K	32,638023	32,638023	0	32,638023
LAUDOS.100K	11,60463	33,164732	0,071259	33,235992
LD.REQ	0,355556	1,016138	0	1,016138
INV.TEMPO	0,007491	0,021407	0	0,021407

04-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,059102	3,059102	0	3,059102
REQ 100K	27,022066	27,022066	0	27,022066
LAUDOS.100K	24,472815	24,472815	0	24,472815
LD.REQ	0,90566	0,90566	0	0,90566
INV.TEMPO	0,037823	0,037823	0	0,037823

05-CRPTC (eficiência:0,955087)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,146306	3,146306	0	3,146306
REQ 100K	27,058235	27,058235	0	27,058235
LAUDOS.100K	26,114343	27,342379	0,082996	27,425376
LD.REQ	0,965116	1,010501	0	1,010501
INV.TEMPO	0,024451	0,025601	0	0,025601

06-CRPTC (eficiência:0,706721)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,676245	3,676245	0	3,676245
REQ 100K	26,959132	26,959132	0	26,959132
LAUDOS.100K	21,444764	30,344042	0,530053	30,874095
LD.REQ	0,795455	1,125557	0	1,125557
INV.TEMPO	0,006552	0,009271	0,007953	0,017225

07-CRPTC (eficiência:0,864463)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	7,172343	7,172343	3,309843	3,8625
REQ 100K	29,486301	29,486301	1,025454	28,460847
LAUDOS.100K	26,298593	30,421867	0	30,421867
LD.REQ	0,891892	1,031729	0,035518	1,067247
INV.TEMPO	0,02947	0,03409	0	0,03409

08-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,025348	4,025348	0	4,025348
REQ 100K	28,752487	28,752487	0	28,752487
LAUDOS.100K	31,627736	31,627736	0	31,627736
LD.REQ	1,1	1,1	0	1,1
INV.TEMPO	0,033333	0,033333	0	0,033333

09-CRPTC (eficiência:0,551133)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,291985	5,291985	0,394738	4,897247
REQ 100K	27,341924	27,341924	0	27,341924
LAUDOS.100K	18,521949	33,607056	0,578116	34,185172
LD.REQ	0,677419	1,22914	0	1,22914
INV.TEMPO	0,007263	0,013178	0,008887	0,022065

10-CRPTC (eficiência:0,885164)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,278085	3,278085	0	3,278085
REQ 100K	27,499495	27,499495	0	27,499495
LAUDOS.100K	26,953147	30,449876	0,528842	30,978718
LD.REQ	0,980132	1,107289	0	1,107289
INV.TEMPO	0,014573	0,016463	0	0,016463

11-CRPTC (eficiência:0,918165)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,409874	3,409874	0	3,409874
REQ 100K	36,14466	36,14466	2,228031	33,916629
LAUDOS.100K	36,826635	40,108933	0	40,108933
LD.REQ	1,018868	1,109678	0,087439	1,197117
INV.TEMPO	0,015356	0,016724	0,001793	0,018517

12-CRPTC (eficiência:0,868886)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	11,70686	11,70686	7,367963	4,338897
REQ 100K	37,071724	37,071724	5,253148	31,818576
LAUDOS.100K	37,071724	42,665818	0	42,665818
LD.REQ	1	1,150899	0,19001	1,340909
INV.TEMPO	0,015249	0,01755	0,00122	0,01877

13-CRPTC (eficiência:0,753283)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,784493	4,784493	0,227998	4,556495
REQ 100K	30,073955	30,073955	0	30,073955
LAUDOS.100K	29,390456	39,016474	0,344303	39,360777
LD.REQ	0,977273	1,297351	0	1,297351
INV.TEMPO	0,00999	0,013262	0,006792	0,020054

14-CRPTC (eficiência:0,909005)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,102424	2,102424	0	2,102424
REQ 100K	47,755062	47,755062	10,885763	36,869298
LAUDOS.100K	33,188266	36,510531	0	36,510531
LD.REQ	0,694969	0,764537	0,230215	0,994752
INV.TEMPO	0,010704	0,011775	0,006387	0,018162

ICLR (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	0,921535	0,921535	0	0,921535
REQ 100K	25,74876	25,74876	0	25,74876
LAUDOS.100K	22,658909	22,658909	0	22,658909
LD.REQ	0,88	0,88	0	0,88
INV.TEMPO	0,006385	0,006385	0	0,006385

PA-AGUAS-LINDAS (eficiência:0,952955)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,064916	2,064916	0	2,064916
REQ 100K	30,457508	30,457508	0,342541	30,114967
LAUDOS.100K	29,683164	31,148556	0	31,148556
LD.REQ	0,974576	1,022689	0	1,022689
INV.TEMPO	0,008471	0,008889	0,003581	0,012469

PA-CALDAS (eficiência:0,823741)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,668645	5,668645	1,329748	4,338897
REQ 100K	40,814244	40,814244	8,995668	31,818576
LAUDOS.100K	35,145599	42,665818	0	42,665818
LD.REQ	0,861111	1,045366	0,295543	1,340909
INV.TEMPO	0,007304	0,008866	0,009903	0,01877

PA-MINEIROS (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,918687	3,918687	0	3,918687
REQ 100K	19,593436	19,593436	0	19,593436
LAUDOS.100K	10,77639	10,77639	0	10,77639
LD.REQ	0,55	0,55	0	0,55
INV.TEMPO	0,007314	0,007314	0	0,007314

PA-MORRINHOS (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,338897	4,338897	0	4,338897
REQ 100K	31,818576	31,818576	0	31,818576
LAUDOS.100K	42,665818	42,665818	0	42,665818
LD.REQ	1,340909	1,340909	0	1,340909
INV.TEMPO	0,01877	0,01877	0	0,01877

PA-PORANGATU (eficiência:0,711350)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,14823	4,14823	0	4,14823
REQ 100K	24,889381	24,889381	0	24,889381
LAUDOS.100K	18,667035	26,241702	0	26,241702
LD.REQ	0,75	1,054333	0	1,054333
INV.TEMPO	0,017299	0,024318	0	0,024318

PA-POSSE (eficiência:0,565310)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,895323	5,895323	1,117266	4,778057
REQ 100K	28,297549	28,297549	0	28,297549
LAUDOS.100K	20,044097	35,456809	0,538715	35,995524
LD.REQ	0,708333	1,252999	0	1,252999
INV.TEMPO	0,008483	0,015006	0,006356	0,021362

PA-QUIRINOPOLIS (eficiência:0,546566)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,165278	4,165278	0	4,165278
REQ 100K	40,611463	40,611463	9,915609	30,695854
LAUDOS.100K	20,826391	38,104083	0	38,104083
LD.REQ	0,512821	0,938259	0,298564	1,236823
INV.TEMPO	0,013447	0,024602	0	0,024602

PA-SAO-LUIS (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,542377	5,542377	0	5,542377
REQ 100K	22,169508	22,169508	0	22,169508
LAUDOS.100K	24,386459	24,386459	0	24,386459
LD.REQ	1,1	1,1	0	1,1
INV.TEMPO	0,025873	0,025873	0	0,025873

Benchmarks

DMU	01-CRPTC	04-CRPTC	08-CRPTC	ICLR	PA-MINEIROS	PA-MORRINHOS	PA-SAO-LUIS
01-CRPTC	1	0	0	0	0	0	0
02-CRPTC	0	0	0	0,40555 397	0	0,41447979	0,1799662 3
03-CRPTC	0,46446 555	0,22584 886	0	0,10954 933	0	0,20013625	0
04-CRPTC	0	1	0	0	0	0	0
05-CRPTC	0	0,13820 743	0,48594 458	0,28472 549	0	0	0,0911225 1
06-CRPTC	0	0	0	0,30393 34	0	0,38364016	0,3124264 5
07-CRPTC	0	0,16853 692	0,83146 308	0	0	0	0
08-CRPTC	0	0	1	0	0	0	0
09-CRPTC	0	0	0	0	0	0,53605341	0,4639465 9
10-CRPTC	0	0	0,06425 885	0,37245 577	0	0,37038382	0,1929015 6
11-CRPTC	0,37951 551	0	0	0	0	0,62048449	0
12-CRPTC	0	0	0	0	0	1	0
13-CRPTC	0	0	0	0	0	0,81919273	0,1808072 7
14-CRPTC	0,91362 21	0	0	0	0	0,0863779	0
ICLR	0	0	0	1	0	0	0
PA-AGUAS-LINDAS	0,23646 515	0	0	0,49603 566	0	0,26749919	0
PA-CALDAS	0	0	0	0	0	1	0
PA-MINEIROS	0	0	0	0	1	0	0
PA-MORRINHOS	0	0	0	0	0	1	0
PA-PORANGATU	0	0,07189 684	0,20144 405	0,18677 739	0	0,03900516	0,5008765 5
PA-POSSE	0	0	0	0	0	0,63509144	0,3649085 6
PA-QUIRINOPOLIS	0,01951 551	0	0,40136 092	0	0	0,57912357	0
PA-SAO-LUIS	0	0	0	0	0	0	1

APÊNDICE III

Valores de *inputs*, *outputs*, eficiências, alvos e *benchmarks* obtidos a partir do modelo DEA BCC orientado a *output* para o exame de local de acidente de trânsito com vítima fatal

Inputs e Outputs

UNIDADE	PERITOS	REQUISIÇÕES	LAUDOS	LDO REQ	TEMPO
01-CRPTC	2,009164152	11,81861266	9,691262381	0,82	0,006047918
02-CRPTC	2,716763791	22,63969826	13,13102499	0,58	0,003276301
03-CRPTC	1,450578781	12,69256433	5,439670429	0,428571429	0,005701254
04-CRPTC	3,059101848	14,78565893	13,76595831	0,931034483	0,025183631
05-CRPTC	2,831675754	11,01207238	10,3828111	0,942857143	0,016844469
06-CRPTC	3,063537773	19,60664175	11,02873598	0,5625	0,008174387
07-CRPTC	6,375416394	22,31395738	19,12624918	0,857142857	0,019138756
08-CRPTC	3,450298451	13,8011938	13,22614406	0,958333333	0,016304348
09-CRPTC	5,291985288	20,28594361	14,99395832	0,739130435	0,003732162
10-CRPTC	2,731737877	8,013097773	6,556170905	0,818181818	0,005267008
11-CRPTC	3,40987363	13,63949452	13,63949452	1	0,017316017
12-CRPTC	9,75571685	23,41372044	21,46257707	0,916666667	0,013732834
13-CRPTC	5,467991743	15,72047626	12,98648039	0,826086957	0,006685433
14-CRPTC	1,351558347	4,35502134	2,552943544	0,586206897	0,008980454
ICLR	0,379455416	8,619058745	8,402227078	0,974842767	0,008313331
PA-AGUAS-LINDAS	2,06491579	7,485319739	6,969090792	0,931034483	0,010176991
PA-CALDAS	3,968051517	11,90415455	9,63669654	0,80952381	0,00662768
PA-MINEIROS	1,95934362	6,85770267	4,89835905	0,714285714	0,042372881
PA-MORRINHOS	4,338896763	18,80188597	23,14078274	1,230769231	0,011754828
PA-PORANGATU	4,148230088	28,34623894	21,43252212	0,756097561	0,021520803
PA-POSSE	2,35812906	18,86503248	4,716258121	0,25	0,005555556
PA-QUIRINOPOLIS	2,08263912	3,12395868	3,12395868	1	0,007672634
PA-SAO-LUIS	5,542377015	18,84408185	17,73560645	0,941176471	0,014146773

Eficiências

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
01-CRPTC	0,765173	0,787856	0,488658	0,636471
02-CRPTC	0,767780	1,000000	0,383890	0,500012
03-CRPTC	0,461387	0,952382	0,254503	0,331487
04-CRPTC	0,974058	0,448402	0,762828	0,993574
05-CRPTC	0,924130	0,532295	0,695918	0,906424
06-CRPTC	0,608853	0,675828	0,466513	0,607627
07-CRPTC	0,946912	0,799394	0,573759	0,747314

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
08-CRPTC	0,889821	0,528573	0,680624	0,886504
09-CRPTC	0,647945	1,000000	0,323973	0,421971
10-CRPTC	0,764908	0,986543	0,389182	0,506904
11-CRPTC	0,933406	0,505598	0,713904	0,929851
12-CRPTC	0,947128	1,000000	0,473564	0,616811
13-CRPTC	0,696877	1,000000	0,348439	0,453837
14-CRPTC	1,000000	1,000000	0,500000	0,651243
ICLR	1,000000	0,645283	0,677359	0,882251
PA-AGUAS-LINDAS	0,918252	0,608251	0,655000	0,853129
PA-CALDAS	0,716876	0,931752	0,392562	0,511307
PA-MINEIROS	1,000000	0,742243	0,628879	0,819107
PA-MORRINHOS	1,000000	0,464475	0,767762	1,000000
PA-PORANGATU	1,000000	1,000000	0,500000	0,651243
PA-POSSE	0,322545	1,000000	0,161273	0,210056
PA-QUIRINOPOLIS	1,000000	1,000000	0,500000	0,651243
PA-SAO-LUIS	0,851608	0,666019	0,592795	0,772108

Alvos

01-CRPTC (eficiência:0,765173)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,009164	2,009164	0	2,009164
REQ_100K	11,818613	11,818613	0	11,818613
LAUDOS.100K	9,691262	12,665455	0,636446	13,301901
LD.REQ	0,82	1,071653	0	1,071653
INV.TEMPO	0,006048	0,007904	0,001613	0,009517

02-CRPTC (eficiência:0,767780)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,716764	2,716764	0	2,716764
REQ_100K	22,639698	22,639698	8,009588	14,630111
LAUDOS.100K	13,131025	17,102583	0	17,102583
LD.REQ	0,58	0,755425	0,370495	1,125919
INV.TEMPO	0,003276	0,004267	0,006078	0,010345

03-CRPTC (eficiência:0,461387)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	1,450579	1,450579	0	1,450579
REQ_100K	12,692564	12,692564	0	12,692564
LAUDOS.100K	5,43967	11,789812	0	11,789812
LD.REQ	0,428571	0,928876	0,02478	0,953655
INV.TEMPO	0,005701	0,012357	0	0,012357

04-CRPTC (eficiência:0,974058)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,059102	3,059102	0	3,059102
REQ 100K	14,785659	14,785659	1,200373	13,585286
LAUDOS.100K	13,765958	14,132587	0	14,132587
LD.REQ	0,931034	0,955831	0	0,955831
INV.TEMPO	0,025184	0,025854	0	0,025854

05-CRPTC (eficiência:0,924130)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,831676	2,831676	0	2,831676
REQ 100K	11,012072	11,012072	0	11,012072
LAUDOS.100K	10,382811	11,235222	1,047394	12,282617
LD.REQ	0,942857	1,020264	0	1,020264
INV.TEMPO	0,016844	0,018227	0	0,018227

06-CRPTC (eficiência:0,608853)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,063538	3,063538	0	3,063538
REQ 100K	19,606642	19,606642	1,2763	18,330342
LAUDOS.100K	11,028736	18,113952	0	18,113952
LD.REQ	0,5625	0,923868	0,095069	1,018937
INV.TEMPO	0,008174	0,013426	0	0,013426

07-CRPTC (eficiência:0,946912)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	6,375416	6,375416	2,403903	3,971513
REQ 100K	22,313957	22,313957	0	22,313957
LAUDOS.100K	19,126249	20,198551	0	20,198551
LD.REQ	0,857143	0,905198	0,024836	0,930034
INV.TEMPO	0,019139	0,020212	0	0,020212

08-CRPTC (eficiência:0,889821)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,450298	3,450298	0	3,450298
REQ 100K	13,801194	13,801194	0	13,801194
LAUDOS.100K	13,226144	14,863819	1,183341	16,047159
LD.REQ	0,958333	1,076995	0	1,076995
INV.TEMPO	0,016304	0,018323	0	0,018323

09-CRPTC (eficiência:0,647945)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,291985	5,291985	0,953089	4,338897
REQ 100K	20,285944	20,285944	1,484058	18,801886
LAUDOS.100K	14,993958	23,140783	0	23,140783
LD.REQ	0,73913	1,14073	0,090039	1,230769
INV.TEMPO	0,003732	0,00576	0,005995	0,011755

10-CRPTC (eficiência:0,764908)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,731738	2,731738	0	2,731738
REQ 100K	8,013098	8,013098	0	8,013098
LAUDOS.100K	6,556171	8,571188	0,757009	9,328197
LD.REQ	0,818182	1,069647	0	1,069647
INV.TEMPO	0,005267	0,006886	0,002043	0,008928

11-CRPTC (eficiência:0,933406)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,409874	3,409874	0	3,409874
REQ 100K	13,639495	13,639495	0	13,639495
LAUDOS.100K	13,639495	14,612609	1,195569	15,808178
LD.REQ	1	1,071345	0	1,071345
INV.TEMPO	0,017316	0,018551	0	0,018551

12-CRPTC (eficiência:0,947128)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	9,755717	9,755717	5,470405	4,285312
REQ 100K	23,41372	23,41372	1,929497	21,484223
LAUDOS.100K	21,462577	22,660695	0	22,660695
LD.REQ	0,916667	0,967838	0,12953	1,097368
INV.TEMPO	0,013733	0,014499	0	0,014499

13-CRPTC (eficiência:0,696877)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,467992	5,467992	1,57255	3,895442
REQ 100K	15,720476	15,720476	0	15,720476
LAUDOS.100K	12,98648	18,635254	0,571333	19,206587
LD.REQ	0,826087	1,185413	0	1,185413
INV.TEMPO	0,006685	0,009593	0,001359	0,010952

14-CRPTC (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	1,351558	1,351558	0	1,351558
REQ 100K	4,355021	4,355021	0	4,355021
LAUDOS.100K	2,552944	2,552944	0	2,552944
LD.REQ	0,586207	0,586207	0	0,586207
INV.TEMPO	0,00898	0,00898	0	0,00898

ICLR (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	0,379455	0,379455	0	0,379455
REQ 100K	8,619059	8,619059	0	8,619059
LAUDOS.100K	8,402227	8,402227	0	8,402227
LD.REQ	0,974843	0,974843	0	0,974843
INV.TEMPO	0,008313	0,008313	0	0,008313

PA-AGUAS-LINDAS (eficiência:0,918252)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,064916	2,064916	0	2,064916
REQ 100K	7,48532	7,48532	0	7,48532
LAUDOS.100K	6,969091	7,58952	0,468169	8,057689
LD.REQ	0,931034	1,013921	0	1,013921
INV.TEMPO	0,010177	0,011083	0	0,011083

PA-CALDAS (eficiência:0,716876)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	3,968052	3,968052	0,621828	3,346224
REQ 100K	11,904155	11,904155	0	11,904155
LAUDOS.100K	9,636697	13,442635	0,891456	14,334091
LD.REQ	0,809524	1,129239	0	1,129239
INV.TEMPO	0,006628	0,009245	0,000714	0,009959

PA-MINEIROS (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	1,959344	1,959344	0	1,959344
REQ 100K	6,857703	6,857703	0	6,857703
LAUDOS.100K	4,898359	4,898359	0	4,898359
LD.REQ	0,714286	0,714286	0	0,714286
INV.TEMPO	0,042373	0,042373	0	0,042373

PA-MORRINHOS (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,338897	4,338897	0	4,338897
REQ 100K	18,801886	18,801886	0	18,801886
LAUDOS.100K	23,140783	23,140783	0	23,140783
LD.REQ	1,230769	1,230769	0	1,230769
INV.TEMPO	0,011755	0,011755	0	0,011755

PA-PORANGATU (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	4,14823	4,14823	0	4,14823
REQ 100K	28,346239	28,346239	0	28,346239
LAUDOS.100K	21,432522	21,432522	0	21,432522
LD.REQ	0,756098	0,756098	0	0,756098
INV.TEMPO	0,021521	0,021521	0	0,021521

PA-POSSE (eficiência:0,322545)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,358129	2,358129	0	2,358129
REQ 100K	18,865032	18,865032	0,584004	18,281028
LAUDOS.100K	4,716258	14,622007	0	14,622007
LD.REQ	0,25	0,775085	0,073211	0,848296
INV.TEMPO	0,005556	0,017224	0	0,017224

PA-QUIRINOPOLIS (eficiência:1,000000)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	2,082639	2,082639	0	2,082639
REQ 100K	3,123959	3,123959	0	3,123959
LAUDOS.100K	3,123959	3,123959	0	3,123959
LD.REQ	1	1	0	1
INV.TEMPO	0,007673	0,007673	0	0,007673

PA-SAO-LUIS (eficiência:0,851608)

Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PERITOS.100K	5,542377	5,542377	1,500889	4,041488
REQ 100K	18,844082	18,844082	0,055617	18,788465
LAUDOS.100K	17,735606	20,826015	0	20,826015
LD.REQ	0,941176	1,105175	0	1,105175
INV.TEMPO	0,014147	0,016612	0	0,016612

Benchmarks

DMU	14-CRPTC	ICLR	PA-MINEIROS	PA-MORRINHOS	PA-PORANGATU	PA-QUIRINOPOLIS
01-CRPTC	0	0,53117 431	0	0,36840316	0	0,10042253
02-CRPTC	0	0,40968 733	0	0,59031267	0	0
03-CRPTC	0	0,69358 828	0,04699884	0,10070849	0,15870439	0
04-CRPTC	0	0,05248 081	0,44517356	0,4358102	0,06653543	0
05-CRPTC	0	0,08753 22	0,25409117	0,41194247	0	0,24643416
06-CRPTC	0	0,30862 871	0	0,41150226	0,27986902	0
07-CRPTC	0	0	0,11352371	0,37643445	0,51004184	0
08-CRPTC	0	0,00588 819	0,23348706	0,62336671	0	0,13725804
09-CRPTC	0	0	0	1	0	0
10-CRPTC	0	0,02185 724	0	0,30418762	0	0,67395514
11-CRPTC	0	0,01061 368	0,24161388	0,60946119	0	0,13831125
12-CRPTC	0	0	0	0,71896081	0,28103919	0
13-CRPTC	0	0	0	0,80345554	0	0,19654446
14-CRPTC	1	0	0	0	0	0
ICLR	0	1	0	0	0	0
PA-AGUAS-LINDAS	0	0,23942 216	0,07305304	0,17686974	0	0,51065506
PA-CALDAS	0	0	0	0,5600355	0	0,4399645
PA-MINEIROS	0	0	1	0	0	0
PA-MORRINHOS	0	0	0	1	0	0
PA-PORANGATU	0	0	0	0	1	0
PA-POSSE	0	0,43473 333	0,06929964	0	0,49596702	0
PA-QUIRINOPOLIS	0	0	0	0	0	1
PA-SAO-LUIS	0	0	0,11369708	0,74542401	0,1408789	0