

Matheus Coutinho Palma

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SERVIÇO DE
ATENDIMENTO AO CLIENTE**

Guaratinguetá

2016

MATHEUS COUTINHO PALMA

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE.

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Prof.Dr. Aneirson Francisco da Silva

Guaratinguetá

2016

Palma, Matheus Coutinho
Avaliação da Eficiência do Serviço de Atendimento ao Cliente /
P167 Matheus Coutinho Palma – Guaratinguetá, 2016.
a 67 f : il.

Bibliografia: f. 50-56

Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica –
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de
Guaratinguetá, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Aneirson Francisco da Silva

1. Análise envoltória de dados. 2. Serviço ao cliente.
3. Processo decisório. I. Título

CDU 658.5

Matheus Coutinho Palma

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“**GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Prof. Dr. ARMINDA E. M. CAMPOS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. ANEIRSON FRANCISCO DA SILVA
Orientador/UNESP-FEG


ERICA XIMENES DIAS
Doutoranda em Eng. Mecânica / UNESP-FEG


Prof. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE
UNESP-FEG

Setembro de 2016

DADOS CURRICULARES

MATHEUS COUTINHO PALMA

NASCIMENTO	21/02/1989 – São Paulo/SP
FILIAÇÃO	Sidney de Sousa Palma Marli Regina Coutinho Palma
2011/2016	Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais, irmã e namorada, os verdadeiros responsáveis por esta conquista e meus maiores motivos para concluir mais essa etapa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de ressaltar que a conclusão do curso de Engenharia na Universidade Estadual Paulista - UNESP consiste-se em um sonho, ao qual pude realizar com muita dedicação, superando dificuldades desde a luta inicial, para a conquista de uma vaga até o momento final na conquista de um estágio no cenário de crise da economia brasileira.

Posso afirmar que sem a ajuda da minha família nada disso teria acontecido. Os princípios que me foram oferecidos me suportaram a correr sempre pelo caminho correto. E como meus pais dizem, é hora de chegar mais longe do que eles puderam chegar. É hora de superar expectativas e projetar uma carreira de sucesso.

Deixo também um agradecimento especial a minha irmã, que me influenciou na mudança de curso, além dos amigos que conheci durante a graduação, com o desejo de que nossos caminhos se cruzem mais adiante.

Este trabalho também é dedicado ao meu orientador e parceiro Prof. Dr. Aneirson Francisco da Silva, pelo que nos ensinou durante as disciplinas e, sobretudo pelo apoio na construção e desenvolvimento deste trabalho, sempre atuando com simplicidade, objetividade, e muita clareza nos objetivos a serem atingidos.

Proponho também a *Startup* em questão o uso deste trabalho como forma de se tornar mais efetiva no serviço de atendimento aos seus clientes, ampliando ainda mais o sucesso que tem obtido. Em adição, agradeço a empresa pelo fornecimento dos dados para a realização deste estudo.

PALMA, M. C, **Avaliação da Eficiência do Serviço de Atendimento ao Cliente**. 2016. 67p. Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Guaratinguetá, 2016.

RESUMO

A modelagem é utilizada para auxiliar os gestores na tomada de decisão sobre processos produtivos. E uma das técnicas que é amplamente utilizada para tal finalidade é a Análise por Envoltória de Dados (DEA). Esta por ser apresentada em muitos trabalhos publicados, pode ser vista como de simples aplicação, porém o responsável pela análise deve se atentar a algumas particularidades para garantir a confiabilidade dos resultados encontrados. O modelo mais adequado, a orientação do mesmo, assim como a seleção das variáveis que estarão presentes no estudo, devem ser criteriosamente selecionados. O estudo é realizado a fim de auxiliar os gestores de uma *startup* do ramo da educação online na tomada de decisão sobre o Serviço de Atendimento ao Cliente, determinando a eficiência relativa de seus atendentes. A aplicação adequada desse método matemático não paramétrico pode contribuir na aplicação de técnicas, utilizadas normalmente em ambientes acadêmicos, na busca pelo bom desempenho em ambientes empresariais. Na aplicação é possível verificar a eficiência dos atendentes em cada um dos tipos de atendimento (chat, web, email, assim como a total), porém pode-se também notar que determinados funcionários não fazem uso de todos esses meios. A dificuldade no caso se da principalmente pela complexidade em avaliar a eficiência de seres humanos no ambiente corporativo, os quais podem sofrer influências do turno em que trabalham, assim como a carga apresentada nestes.

PALAVRAS-CHAVE: ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS. DECISÃO. SERVIÇO DE ATENDIMENTO.

PALMA, M. C, **Customer Service Efficiency's Evaluation**. 2016. 67p. Graduate Work (Graduation in Production Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Guaratinguetá, 2016.

ABSTRACT

Modeling is often used to help managers decide about productive processes. One of the techniques that is widely used for this purpose is the data envelopment analysis (DEA). This model has been seen in many published works, and because of this fact it may seem easy to apply, otherwise the analyst should pay attention to some special features to ensure reliability of results. The most appropriate model, the orientation, as well as the selection of variables that will be present in the study, must be carefully selected. The study is conducted in order to assist managers of an online education startup branch in decision making on Customer Service, determining the relative efficiency of their attendants. Proper application of this nonparametric mathematical method can contribute to the application techniques, commonly used in academic environment, in the search for performance in enterprise environments. In the application, it's the operators' efficiency can be checked in each of the types of services (chat , web , email, as well as the total), but can also be noted that some employees do not use all these means. The difficulty in the case is mainly due to the complexity of evaluating the efficiency of human beings in the corporate environment, which can be influenced by shift they work, as the workload presented on these.

KEYWORDS: DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. DECISION. CUSTOMER SERVICE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Função de Produção.....	18
Figura 2- Rendimentos de Escala	18
Figura 3- Exemplos de Retorno de CPP	20
Figura 4- Produção Q_y x Insumo X_i	23
Figura 5- Minimização de Inputs (CCR).....	27
Figura 6- Maximização de Outputs (CCR).....	27
Figura 7- Comparação entre DEA CCR e BCC	30
Figura 8- Esquema do funcionamento da plataforma.....	33
Figura 9- Exemplo de abertura de chamado por ficha padrão.....	36
Figura 10- Plataforma de atendimento 1	38
Figura 11- Plataforma de atendimento 2	38
Figura 12- Resultados do Atendente A1.....	61
Figura 13- Resultados do Atendente A2.....	61
Figura 14- Resultados do Atendente A3.....	61
Figura 15- Resultados do Atendente A4.....	62
Figura 16- Resultados do Atendente A5.....	62
Figura 17- Resultados do Atendente A6.....	62
Figura 18- Resultados do Atendente A7.....	63
Figura 19- Resultados do Atendente A8.....	63
Figura 20- Resultados do Atendente A9.....	63
Figura 21- Resultados do Atendente A10.....	64
Figura 22- Resultados do Atendente A11.....	64
Figura 23- Resultados do Atendente A12.....	64
Figura 24- Resultados do Atendente A13.....	65
Figura 25- Resultados do Atendente A14.....	65
Figura 26- Resultados do Atendente A15.....	65
Figura 27 - Resultados do Atendente A16.....	66
Figura 28- Resultados do Atendente A17.....	66
Figura 29- Resultados do Atendente A18.....	66
Figura 30- Resultados do Atendente A19.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação do Modelo CCR Básico.....	25
Tabela 2 - Formulação dos Modelos CCR Primal e Dual	26
Tabela 3 - Formulação dos Modelos BCC Primal e Dual	28
Tabela 4 - Classificação das variáveis da análise	40
Tabela 5 - Variáveis utilizadas no problema	41
Tabela 6 - Resultados obtidos para resoluções em todas as formas de atendimento (em conjunto)	43
Tabela 7 - Resultados obtidos para resoluções via email	44
Tabela 8 - Resultados obtidos para resoluções via web	45
Tabela 9 - Resultados obtidos para resoluções via chat	46
Tabela 10 - Base de dados (Total).....	57
Tabela 11 - Base de dados (Email).....	58
Tabela 12 - Base de dados (Web).....	59
Tabela 13 - Base de dados (Chat).....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NMC – *New Media Consortium*

ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância

SAC – Serviço de Atendimento ao Cliente

DEA – *Data Envelopment Analysis*

DMU – *Decision Making Unit*

GEM – *Global Entrepreneurship Monitor*

CPP – Conjunto de Possibilidades de Produção

SFA – *Stochastic Frontier Analysis*

TFA – *Thick Frontier Approach*

DFA – *Distribution Free Approach*

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

FDH – *Free Disposal Hull*

CCR – Modelo DEA – Abreviação de Charnes, Cooper e Rhodes

BCC – Modelo DEA – Abreviação de Banker, Charnes e Cooper

CRS – *Constant Returns to Scale*

VRS – *Variable Returns to Scale*

KPI – *Key Performance Indicators*

SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
1.2.	OBJETIVO GERAL	14
1.3.	DELIMITAÇÃO	14
1.4.	JUSTIFICATIVA.....	14
1.5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1.	TEORIA DA PRODUÇÃO.....	17
2.1.1.	Definições gerais	17
2.1.2.	Conjuntos de possibilidade de produção (CPP)	19
2.2.	EFICIÊNCIA	21
2.3.	ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	24
2.3.1.	Orientação dos modelos DEA.....	25
2.3.2.	Modelo CCR.....	25
2.3.3.	Modelo BCC	27
2.3.4.	Modelo DEA Aditivo	30
2.4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
3.	DESCRIÇÃO E MODELAGEM DO PROBLEMA.....	32
3.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA	32
3.2.	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	33
3.3.	TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	39
3.3.1.	Tratamento dos dados.....	40
3.4.	ESCOLHA E ORIENTAÇÃO DO MODELO	42
3.5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
4.	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	48
4.1.	VERIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
	ANEXO – RESULTADOS OBTIDOS EM CADA TIPO DE ATENDIMENTO.....	57

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário da década de 2010, onde o mercado e a economia passam por mudanças constantes, a globalização e a concorrência obrigam as organizações a buscarem diferenciais competitivos (DORION *et al*, 2012). Tal momento exige uma postura ajustada, flexível e ágil frente à velocidade na obtenção de informações, a fim de que se busque a produtividade em seus processos (JUNIOR; LARA, 2014), sendo assim, pode-se afirmar que a ineficiência dos processos não deve ser alocada aos clientes (RODRIGUES, 2013).

Já com relação ao mercado de trabalho, o cenário é condizente com o ambiente anteriormente citado, e segundo Clementino (2013) é crescente a busca pelo aperfeiçoamento do currículo, como forma de deixá-lo mais atraente aos recrutadores e estar melhor preparado intelectualmente.

Uma forma de obter tais capacitações é a utilização de plataformas de cursos online, ação a qual tem apresentado grande tendência de crescimento do número de alunos, devido principalmente a sua facilidade de acesso e disponibilização de materiais, segundo reportagem de Johnson (2014) da Associação americana NMC Horizon sobre Educação Superior. Fatores que segundo o vice-presidente da Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED), o prof. Dr. Stavros P. Xanthopoylos, têm estimulado o autodidatismo, oferecendo ferramentas para que o aluno possa aprender novos conteúdos por conta própria, o que possivelmente facilitaria sua entrada no mercado de trabalho.

Com os dados fornecidos pela *Horizon Report*, pode-se prever o surgimento de novas *start ups* no ramo de educação online e até mesmo o aumento do número de alunos naquelas já existentes. E visando um atendimento adequado a esse público, é necessário ter um serviço preparado e dedicado a esse relacionamento, buscando identificar necessidades e problemas encontrados pelos contratantes, assim como o tratamento rápido destes (VERGARA, 2015).

Rueda (1998) relaciona as necessidades do consumidor a critérios como a facilidade de acesso a empresa, a flexibilidade nos horários de funcionamento, a qualidade nos produtos oferecidos, a qualidade no atendimento antes e após venda, e por fim o preço. Além disso, o autor

ainda propõe que a permanência e o sucesso de uma empresa no mercado estão diretamente ligados aos seguintes fatores:

- Rapidez no atendimento e na resolução do problema do cliente;
- Segurança quanto ao produto;
- Empatia cliente/empresa;
- Receptividade oferecida;
- Variedade de produtos;
- Compatibilidade do preço com relação aos concorrentes.

Tomando como crítico o primeiro e o quarto fatores de sucesso citados, a rapidez no atendimento e na resolução do problema do cliente e a receptividade oferecida, nota-se que estão intimamente ligados ao serviço de atendimento ao cliente (SAC), o qual representa o contato entre o consumidor e companhia, podendo esta atender ou não as expectativas iniciais desses consumidores.

Segundo Mansur e Costa (2001), existe uma dificuldade em avaliar o serviço de atendimento, devido aos fatores psicológicos envolvendo o cliente ou o que ele pensa do serviço oferecido, o que torna a questão muito subjetiva.

Como forma de mensurar esta qualidade oferecida no atendimento, algumas empresas têm recorrido a softwares de telefonia, os quais geram dados a respeito de cada contato com o cliente. O método de análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) apresenta-se como uma ferramenta rápida e capaz de tornar a análise em questão menos subjetiva (VILLELA *et al*, 2007). Essa técnica avalia a eficiência relativa de unidades comparáveis (no caso a eficiência dos atendentes), a fim de que o desempenho seja mensurado e possivelmente melhorado no futuro, utilizando um modelo matemático não paramétrico de programação linear.

Este modelo foi introduzido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e estendido por Banker, Charnes e Cooper (1984), consistindo-se em uma metodologia não paramétrica para a mensuração comparativa da eficiência de unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units* – DMUs), as quais representam as entradas e saída do processo (no caso serão os dados fornecidos pelo software utilizado no serviço de atendimento).

1.2.OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é ranquear quais são os atendentes mais eficientes, visando a tomada de decisão vinculada a demissões e treinamentos.

Os objetivos específicos são:

- Identificar os atendentes mais e menos eficientes da empresa;
- Utilizar a metodologia DEA como forma menos subjetiva para tomada de decisão a respeito de ineficiências.

1.3.DELIMITAÇÃO

O objeto de estudo será uma *Startup*, a qual tem apresentado grande crescimento nos últimos anos, com disseminação de conhecimento por meio de cursos online. A empresa possui mais de 250 colaboradores distribuídos em dois escritórios (São Paulo e Cidade do México) e um estúdio de produção (São Paulo).

Nesta pesquisa será utilizado o método DEA para a análise da eficiência do serviço de atendimento ao cliente, desta forma, não será mérito deste trabalho investigar a utilização de outros métodos de programação linear.

1.4.JUSTIFICATIVA

A procura por cursos semipresenciais ou à distância/ *online* vem crescendo, seja pela necessidade de flexibilidade de tempo ou mesmo pela metodologia de ensino inovadora (FERREIRA; LIMA; HORNINK, 2014). E segundo McCue (2014) o mercado do aprendizado online global, o *e-learning*, alcançaria 107 bilhões de dólares já em 2015, e dentre os países com maior índice de crescimento desse mercado estaria o Brasil, em sexto lugar, com crescimento de 26% neste mesmo ano (PAPPAS, 2015).

Confirmando o cenário, Saldaña (2013) afirma que no mercado brasileiro cada vez menos pessoas utilizam as escolas como meios de obter conhecimento, melhorar a formação ou até mesmo decidir novos rumos de carreira, e sim a internet por meio dos cursos nela oferecidos.

Em meio ao cenário animador desse mercado, sabe-se que o Brasil é considerado o terceiro país mais empreendedor do mundo segundo a lista elaborada pelo Approved Index (PEQUENAS EMPRESAS GRANDES NEGÓCIOS, 2015), entretanto, muitos dos novos negócios estabelecidos no país fracassam já nos primeiros anos de vida.

Segundo Oliveira (2013) a causa do fracasso da grande maioria dessas empresas é a inexperiência, desconhecimento do mercado em que se inserem e dos processos necessários para a manutenção do empreendimento em condições eficientes de funcionamento.

Como forma de minimizar os efeitos dessas ineficiências e principalmente evitar com que as mesmas impactem os clientes da companhia, o objeto de estudo dessa dissertação será o serviço de atendimento ao cliente (SAC). Este departamento das empresas é a chave para o crescimento e a manutenção delas em um patamar elevado, podendo ajudar na fidelização dos clientes por meio da sua eficiência e personalização do serviço (INNIS; LA LONDE, 1994).

Para tal, os atendentes dessa *startup* serão avaliados de forma criteriosa com o uso da análise envoltória de dados, a qual tem se mostrado bastante atrativa, por medir a eficiência relativa das unidades produtivas e indicar as possíveis decisões que possam ser tomadas como referência às práticas adotadas (GOMES; SOARES; BIONDE, 2003). Além disso, segundo Mello (2003), o uso da metodologia DEA permite aos gestores, no caso da área de operações, uma gama de ações gerenciais, além de possibilitar o descarte de certas metas que são conhecidas como falsos positivos, ou seja, são eficientes apenas para certas particularidades matemáticas na relação entre seus *inputs* e *outputs*, o que podem não corresponder a uma eficiência real.

1.5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse trabalho a abordagem utilizada é a pesquisa quantitativa. Como citado por Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, além de propor que o trabalho com números extrai o pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana.

A natureza desse trabalho é aplicada, pois busca gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, além de envolver verdades e interesses locais (ALVES-MAZZOTTI, 2006).

Com relação ao objetivo, a pesquisa se caracteriza como empírica normativa. Esses tipos de estudos pretendem descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade, levando a compreensão de processos reais (BERTRAND; FRANSOO, 2002).

O método de estudo utilizado é a modelagem, pois o mesmo dedica-se a atribuir valores aos critérios considerados de auxílio ao tomador da decisão em sua escolha, no entanto, é preciso definir critérios com clareza, afim de que as consequências a curto, médio e longos prazos não sejam comprometidos (BERTRAND; FRANSOO, 2002).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. TEORIA DA PRODUÇÃO

Sabe-se que a produção de bens e serviços é a função principal das empresas. E as decisões relacionadas a isso, devem levar em consideração a minimização dos custos e a influência que os mesmos têm sobre a produção, a demanda e conseqüentemente sobre o volume produzido, ou seja, devem basear-se primordialmente na teoria da produção.

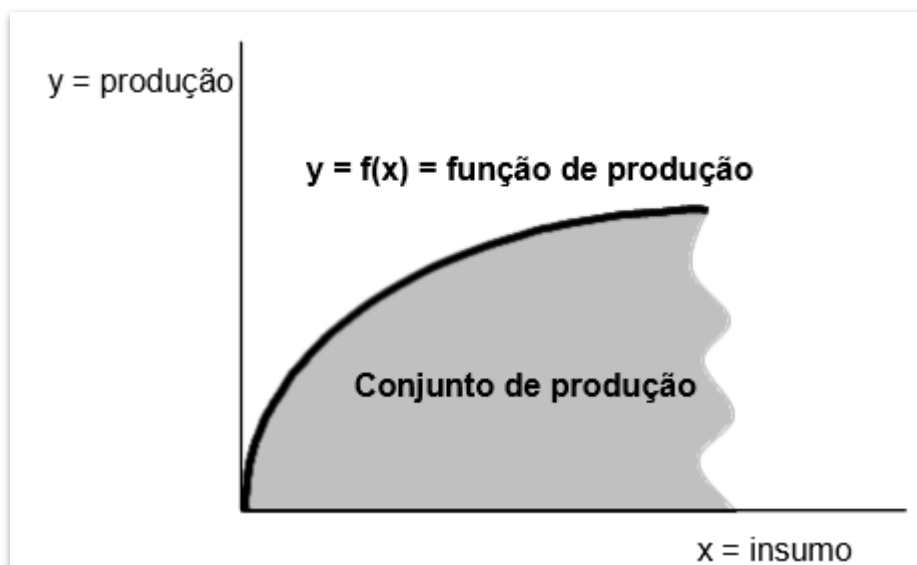
Pensando-se no estudo da eficiência, serão abordados neste tópico, por meio da teoria da produção, alguns conceitos relevantes.

2.1.1. Definições gerais

Inicia-se abordando o conceito de conjunto de possibilidades de produção (CPP), que representa as escolhas tecnológicas que uma empresa pode fazer, a partir de seus recursos disponíveis para gerar produtos e serviços, os quais podem ser o trabalho, matéria prima, capital investido em equipamentos, entre outros (VARIAN, 2006).

Tal função acompanha a evolução da tecnologia, já que partindo-se do desenvolvimento da mesma mudam-se as quantidades de insumos necessárias para a produção de determinada quantidade de bens ou produtos, ou seja, a tendência é que se produza mais com menos recursos utilizados. A Figura 1 mostra um exemplo de um CPP e sua função de produção.

Figura 1- Função de Produção

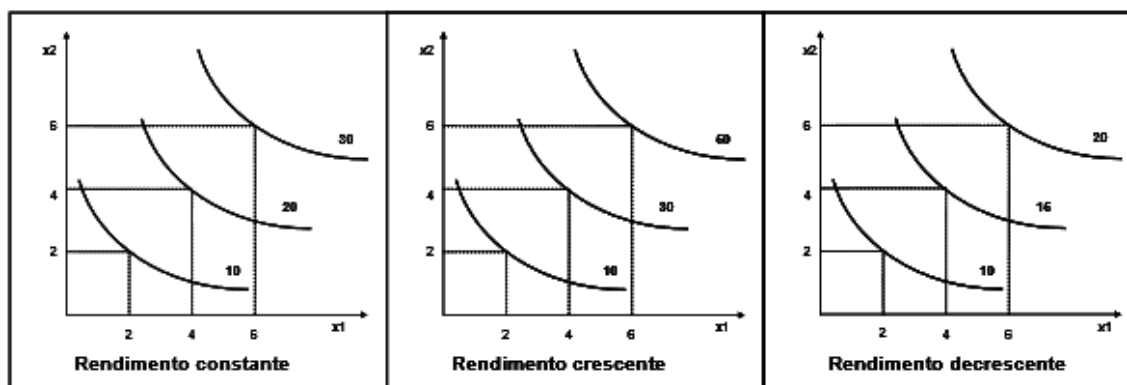


Fonte: (VARIAN, 2006)

Quando se possui dois ou mais recursos, pode-se observar a relação entre a quantidade produzida e a quantidade de recursos utilizados por meio da curva isoquanta. Define-se isoquanta como a curva, cujos pontos indicam todas as combinações dos fatores produtivos, que geram um mesmo nível de produção (VARIAN, 1997).

Espera-se assim ao duplicar ou triplicar a quantidade de insumos utilizada que o volume produzido acompanhe tal tendência. Pindyck e Rubinfeld (2002) atribuíram a definição dessa tendência aos rendimentos de escala, mostrados na Figura 2.

Figura 2- Rendimentos de Escala



Fonte: (PINDYCK; RUBINFELD, 2002).

Apesar das curvas parecerem iguais nos três casos da Figura 2, nota-se que a diferença entre elas está nas quantidades produzidas. No primeiro caso (rendimento constante), ao dobrar-se a quantidade de insumos (eixo x), conseqüentemente será dobrada a quantidade produzida. No rendimento crescente, conforme se dobra a quantidade de insumos, verifica-se que a quantidade produzida mais do que dobra (passando de 10 para 30 produtos produzidos com a duplicação dos insumos), e o inverso deste ocorre para o terceiro caso (rendimento decrescente). Essas diferenças entre os casos são importantes para demonstrar que muitas atividades não apresentam uma produção constante de acordo com a escala de produção, podendo assim possuir uma fronteira diferente.

2.1.2. Conjuntos de possibilidade de produção (CPP)

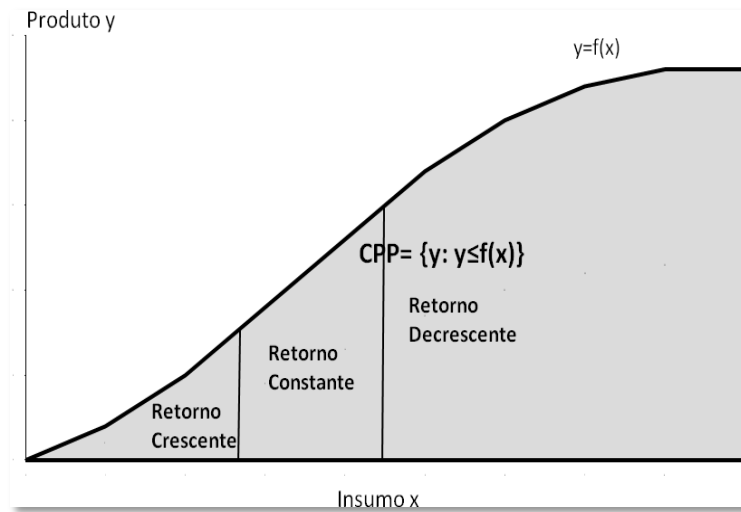
A tecnologia, em essência, caracteriza o processo produtivo, ou seja, a forma genérica pela qual os insumos ou fatores produtivos (*inputs*) são combinados e transformados num conjunto de novos bens e serviços (*outputs*) em determinado período de tempo (JONES, 2000).

Assim sendo, o conjunto de possibilidades de produção (CPP) é a forma utilizada para caracterizar a tecnologia, ou seja, em linguagem matemática, o mesmo define-se como o conjunto de todos os vetores de *outputs* não negativos ($y \in R_+^n$) que podem ser produzidos com os vetores *inputs* não negativos ($x \in R_+^m$), como representado pela equação 2.1.

$$CPP = \{(x, y): x \text{ pode produzir } y; x, y \geq 0\} \quad (2.1)$$

Gerando assim um espaço não negativo (R_+^{m+n}), o qual possui como eixos os *inputs* e *outputs*, sendo que cada par de vetores (x,y) representa um processo produtivo factível (Figura 3)

Figura 3- Exemplos de Retorno de CPP



Fonte: (FRIED; LOVELL; SCHMIDT, 2008).

O conjunto CPP, deve satisfazer algumas condições, como por exemplo, a equação 2.2, como meio de garantir que um vetor não negativo de insumos possa produzir ao menos zero de produção e que um vetor nulo de insumo possa produzir somente um vetor nulo de produto (WOLPERT; MACREADY, 1997). Tal propriedade é conhecida como *no free lunch* (sem nada não produzimos nada).

$$(x, 0) \in CPP \text{ e } (0, y) \in CPP \rightarrow y = 0 \quad (2.2)$$

Outra condição a ser atendida é o fato de ser um conjunto fechado, o que ocorre se e só se o mesmo contenha a fronteira. Assim os elementos pertencentes à fronteira do CPP são os que maximizam a produção com uma quantidade de insumos, ou minimizam os insumos de forma a atingir um determinado nível de produção (MELVIN, 1969).

A fronteira do CPP é formada pela menor quantidade de *inputs* possível para produzir um dado vetor *output*, ou pelo maior nível de produção possível com um determinado vetor *input*, o que indica que empresas eficientes constituem a fronteira.

2.2. EFICIÊNCIA

Dadas as definições anteriores pela teoria da produção, alguns conceitos se tornam necessários para abordar os métodos de análise da eficiência. Como, por exemplo, a eficácia, a qual é definida por Peña (2008) como uma medida normativa dos alcances dos objetivos, ou seja, o fato de alcançar os resultados esperados para determinado objetivo já pode ser considerado eficaz.

Já a produtividade pode ser obtida pelo que foi produzido sobre o que foi gasto para tal produção acontecer (COELLI, 2005), assim alguns autores representam a produtividade pela equação $\text{Produtividade} = \text{outputs/inputs}$.

Para Jubran (2006) a eficiência pode ser entendida como a característica de uma unidade produtiva em alcançar um melhor rendimento com o mínimo de consumo dos recursos disponíveis. Complementarmente, Belloni (2000) afirma que a eficiência pode ser analisada com base no ponto de vista econômico ou no ponto de vista produtivo. O mesmo considera ainda que a eficiência produtiva está ligada a racionalidade econômica e a produtividade material, demonstrando a capacidade da empresa em possuir melhores resultados utilizando o mínimo de recursos.

Os primeiros estudos sobre eficiência foram iniciados com Koopmans (1951) e Debreu (1951), e ampliados por Farrell (1957) com o conceito de produtividade para um entendimento mais abrangente da eficiência. Com o uso de técnicas de PL pôde-se determinar a eficiência relativa de empresas em comparação com o melhor nível de eficiência visto até então.

Vinte e um anos mais tarde, Charnes, Cooper e Rhodes (1978), adaptaram e aperfeiçoaram o modelo de Farrel, permitindo-se trabalhar com múltiplos insumos e produtos. Assim, surgiu a técnica de construção de fronteiras de produção e indicadores da eficiência produtiva, chamada DEA. Esta técnica, segundo Coelli *et al* (2005) permite a análise sob o aspecto da eficiência técnica e a eficiência de escala.

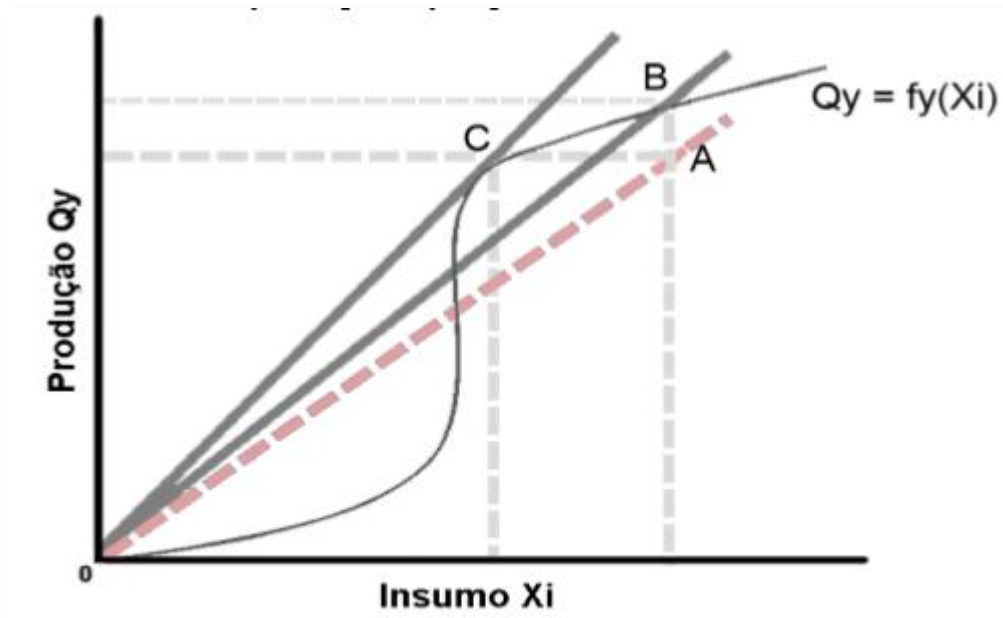
A eficiência técnica fica evidenciada quando uma *Decision Making Unit* (DMU) é totalmente eficiente, caso outra DMU não mostre que certas de suas entradas ou saídas podem ser aperfeiçoadas sem agravamento de alguns dos seus outros insumos ou saídas (COOPER; SEIFORD; ZU, 2004). Uma DMU pode ser representada por uma empresa ou uma organização não governamental com múltiplas saídas e entradas, ou como no estudo em questão, por um atendente do Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC).

Segundo Acosta *et al* (2011) a eficiência técnica de uma unidade produtiva (DMU) é mensurada por meio de uma comparação entre valores observados e valores ótimos de seus produtos (saídas) e/ou insumos (entradas). Assim sendo, tal eficiência será definida por um valor sempre ≤ 1 , podendo a unidade produtiva estudada ser definida tecnicamente eficiente, somente quando possuir o valor total.

Ainda para Fried, Love e Schmidt (2008), o componente técnico refere-se à capacidade de uma companhia em evitar o desperdício. Dessa forma, a eficiência técnica pode ter uma orientação tanto para a maximização da saída quanto pela conservação da entrada. Além disso, a eficiência econômica, para Lamera, Figueiredo e Zavala (2008) possui o componente técnico anteriormente definido, e também o componente alocativo, o qual se refere à habilidade de balancear entradas e saídas em proporções ideais.

Já pelo ponto de vista de Sharma *et al* (1999), a eficiência alocativa reflete a capacidade de uma empresa produzir a melhor combinação de saídas diferentes, utilizando suas entradas (insumos) nas proporções ideais. Em adição às definições expostas sobre a eficiência econômica, Silva (1977) escreve que a mesma abrange tanto aspectos técnicos quanto monetários, ou seja, tal tipo de eficiência seria um complemento à eficiência técnica. Portanto, uma DMU poderia apresentar eficiência técnica e não demonstrar-se economicamente eficiente, por não aproveitar a melhor combinação de insumos para redução de custos (PEÑA, 2008) ou aumentar suas receitas.

Baseando-se nos conceitos anteriormente descritos, conclui-se que a eficiência econômica se consiste em produzir mais produtos com o mesmo custo, ou reduzi-los para uma mesma produção e para tal, vê-se a necessidade de obter o maior nível técnico de eficiência, com a utilização mínima de recursos/insumos para um dado nível de produção (FERREIRA; GOMES 2009). Portanto, tais eficiências estão intimamente ligadas, como mostra a Figura 4.

Figura 4- Produção Q_y x Insumo X_i 

Fonte: (FERREIRA; GOMES, 2009).

Vê-se ainda na Figura 4, que a função de produção é tangenciada pelo segmento $0C$, e a partir deste ponto C a produtividade decresce. Pode-se observar ainda que os pontos B e C sobre a função de produção são eficientes em termos técnicos, já que são obtidas as produções máximas de Q_y , com a utilização do insumo X_i (FERREIRA; GOMES, 2009). Fazendo uma comparação entre os dois pontos citados, fica evidente que o ponto C se mostra mais produtivo que o ponto B , já que para se produzir B , a quantidade de insumos empregada foi maior do que para produzir C , conseqüentemente, a produtividade média em C é maior do que em B .

Analisando o ponto A , pode-se dizer que o mesmo é ineficiente, pois com a mesma quantidade de insumos X_i utilizada se pode produzir uma maior quantidade de produtos Q_y . Em contrapartida, para tornar este ponto mais eficiente têm-se duas opções: a primeira seria deslocar o ponto A até o ponto C , reduzindo a quantidade de insumos utilizado de XA para XC (FERREIRA; GOMES, 2009). Assim a produção Q_y se manteria no mesmo patamar com a orientação para os recursos/insumos. Já a outra opção seria aumentar a quantidade produzida e manter os insumos utilizados, deslocando do ponto A para o ponto B com orientação para o produto (FERREIRA; GOMES, 2009).

Para se calcular a eficiência são utilizados dois métodos, os paramétricos e os não paramétricos. Segundo Souza (2003) os métodos paramétricos se utilizam de uma escala de

intervalo ou de razão como referência e partem de certos pressupostos para realização dos testes nas amostras, já os não paramétricos são úteis quando os parâmetros transgridem os pressupostos da amostra. Ou seja, de forma mais simples, o método não paramétrico não se baseia em comparações entre uma eficiência em questão e uma eficiência média inespecífica (escolhida estatisticamente ou deterministicamente), e sim em comparações plausíveis, comparando a eficiência estudada com a eficiência tangível das unidades existentes (SOUZA, 2003).

Têm-se como métodos paramétricos alguns exemplos citados: Índice de Malmquist, Análise de Fronteira Estocástica (SFA), *Thick Frontier Approach* (TFA), *Distribution Free Approach* (DFA); já como exemplos de métodos não paramétricos: Análise Envoltória de Dados (DEA), Processo de Análise Hierárquica (AHP) e *Free Disposal Hull* (FDH).

Neste trabalho o método utilizado é a Análise Envoltória de Dados, a qual será abordada na próxima seção.

2.3. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), a Análise Envoltória de Dados (DEA) se consiste em um método matemático, não paramétrico, utilizado para medir a eficiência de diversas unidades de uma organização.

Os conjuntos de DMU (*Decision Making Units*) convertem múltiplas entradas em múltiplas saídas, sendo assim, o método DEA é destinado a avaliar o desempenho dessas unidades, segundo Cooper, Seiford e Zhu (2006).

O surgimento do modelo CCR (abreviatura dos nomes dos autores: Charnes, Cooper e Rhodes) se originou de uma dissertação, a qual tinha o objetivo de fazer uma comparação entre um conjunto de escolas da rede pública dos Estados Unidos da América. Neste caso, avaliou-se a eficiência total, identificando assim as DMUs eficientes e ineficientes, por meio da utilização de múltiplos insumos e produtos, com a construção de um único insumo virtual e um único produto virtual (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Vale ainda ressaltar que o modelo CCR também é conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*).

Já o modelo BCC foi desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper, o qual também é conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*). Em tal modelo é levada em conta a eficiência técnica, podendo apresentar retornos variáveis de escala, ou seja, crescentes ou decrescentes (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984).

2.3.1. Orientação dos modelos DEA

Os modelos CCR e BCC podem ter sua orientação voltada para *input* ou *output*. Quando a intenção for reduzir os insumos utilizados, sem modificar a quantidade produzida, deve orientar o modelo ao *input*. Já quando se buscar maximizar a produção, sem alteração na quantidade de recursos empregados, orienta-se o modelo ao *output*.

2.3.2. Modelo CCR

O modelo CCR originou-se da técnica DEA, com base nos estudos de Farrel. E como citado anteriormente, também é conhecido como CRS, ou seja, qualquer variação nos insumos leva a uma alteração proporcional na quantidade produzida.

Como a eficiência total é levada em conta nesse modelo, define-se a mesma como sendo o quociente da divisão das somas ponderadas de *outputs* e *inputs*.

Este modelo permite que seja atribuído um conjunto de peso (multiplicadores), o que torna a tarefa complicada, principalmente se o mesmo conjunto de pesos é aplicado a todas as DMU. Charnes, Cooper e Rhodes (1978) definiram que cada DMU, por obter um sistema de valores particular, teria o poder de definir o seu próprio conjunto de pesos, no sentido de maximizar a eficiência. Porém há a condição singular de que todas as DMU tenham uma eficiência inferior ou igual a um.

A formulação matemática do modelo básico CCR é apresentada a seguir pelas equações 2.3 (minimização de *inputs*) e 2.4 (maximização de *outputs*).

A formulação matemática do modelo básico CCR é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1- Formulação do Modelo CCR Básico

Minimização de <i>inputs</i> – CCR - I	Maximização de <i>Outputs</i> – CCR - O
$Max\ Eff_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \quad (2.3)$ Sujeito às restrições: $\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, K = 1, 2, \dots, n$	$Min\ Eff_0 = \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \quad (2.4)$ Sujeito às restrições: $\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}} \geq 1, K = 1, 2, \dots, n$

$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall_{j,i}$	$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall_{j,i}$
---	---

Fonte: (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978)

Sendo:

Eff_0 - eficiência da DMU_0 ;

u_j, v_i - pesos de outputs e inputs respectivamente;

x_{ik}, y_{jk} - inputs i e outputs j da DMU_k ;

x_{i0}, y_{j0} - inputs i e outputs j da DMU_0 .

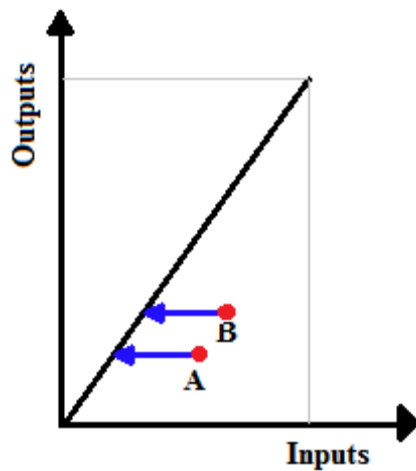
Como citado anteriormente, este modelo pode ser utilizado para a maximização de *outputs* ou minimização de *inputs*. Na Tabela 2, encontram-se as formulações matemáticas para os modelos DEA CCR Primal e Dual.

Tabela 2 - Formulação dos Modelos CCR Primal e Dual

Minimização de <i>Inputs</i> – CCR - I	Maximização de <i>Outputs</i> – CCR - O
Primal (Multiplicadores) $Max Eff_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} \quad (2.5)$ Sujeito às restrições: $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, K = 1, 2, \dots, n$ $u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall_{j,i}$	Primal (Multiplicadores) $Min Eff_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} \quad (2.6)$ Sujeito às restrições: $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} \leq 0, K = 1, 2, \dots, n$ $u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall_{j,i}$
Dual (Envelope) $Min \theta \quad (2.7)$ Sujeito às restrições: $\theta x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, i = 1, \dots, r$ $-y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, j = 1, \dots, s$ $\lambda_k \geq 0 \forall_k$	Dual (Envelope) $Max \theta \quad (2.8)$ Sujeito às restrições: $-\theta y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, i = 1, \dots, s$ $x_{i0} + \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, j = 1, \dots, r$ $\lambda_k \geq 0 \forall_k$

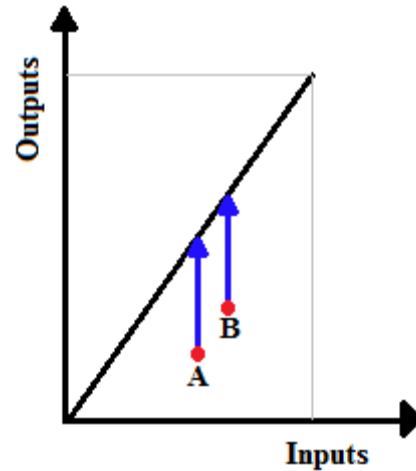
Fonte: (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978)

Figura 5- Minimização de Inputs (CCR)



Fonte: Autor

Figura 6- Maximização de Outputs (CCR)



Fonte: Autor

Sendo:

 h_0 e θ - eficiência; u_j, v_i - pesos de outputs e inputs respectivamente; x_{ik}, y_{jk} - inputs i e outputs j da DMU_k ; x_{i0}, y_{j0} - inputs i e outputs j da DMU_0 ; λ_k - k -ésima coordenada da DMU_0 em uma base formada pelas DMU de referência.

A partir do modelo primal é possível se obter o dual, conhecido como modelo Envelope, o qual pelo teorema da dualidade forte apresentará o mesmo valor ótimo para a função objetivo, quando esse existir.

O modelo dual busca valores de λ_k que minimizem θ , sendo λ_k a contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU_0 (as DMU com λ_k não nulo são os benchmarks da DMU_0).

2.3.3. Modelo BCC

Em 1984, o modelo BCC foi criado por Banker, Charnes e Cooper, conhecido também como Variable Returns to Scale (VRS). Em tal modelo é possível obter a eficiência técnica podendo ser encontrados retornos variáveis de escala, ou seja, crescentes ou decrescentes (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984).

Os dois modelos (BCC e CCR) podem ser orientados ao *input* ou ao *output*. Quando se busca reduzir os insumos empregados, sem que o nível de produção seja alterado, utiliza-se a

orientação *input*. Já quando se busca maximizar a produção, sem alteração nos recursos empregados, vale-se da orientação ao *output*.

Os modelos BCC estão representados na Tabela 3, diferindo dos modelos CCR anteriormente apresentados devido à inserção das variáveis *u e *v, utilizados nas orientações ao *input* e ao *output*. Tais variáveis representam fatores de escala, indicando retornos crescentes de escala quando negativas, e retornos decrescentes quando positivas. Quando as mesmas são nulas apresentam-se retornos constantes de escala. (FREAZA, 2006).

Tabela 3 - Formulação dos Modelos BCC Primal e Dual

Minimização de <i>Inputs</i> – BCC - I	Maximização de <i>Outputs</i> – BCC - O
Primal (Multiplicadores) $Min\theta$ (2.9) Sujeito às restrições: $\theta x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0 \quad i = 1, \dots, r$ $-y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0 \quad j = 1, \dots, s$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0$	Primal (Multiplicadores) $Max\theta$ (2.10) Sujeito às restrições: $-\theta y_{j0} - \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0 \quad i = 1, \dots, s$ $x_{i0} + \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0 \quad j = 1, \dots, r$ $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0$
Dual (Envelope) $Max h_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} - u^* \quad (2.11)$ Sujeito às restrições: $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - u^* \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, n$ $u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad \forall j, i$	Dual (Envelope) $Min h_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + u^* \quad (2.12)$ Sujeito às restrições: $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} - \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - u^* \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, n$ $u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad \forall j, i$

Fonte: (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984)

No modelo CCR, o conjunto de possibilidades de produção é obtido por meio das observações e admite certas propriedades de natureza econômica, como: livre descarte, a convexidade e rendimentos constantes de escala. Sendo assim, a tecnologia pode ser descrita da seguinte forma:

$$\begin{aligned} T(x, y) = \{ (x, y) : x &\geq \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j, \\ y &\leq \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j, \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n \} \end{aligned} \quad (2.13)$$

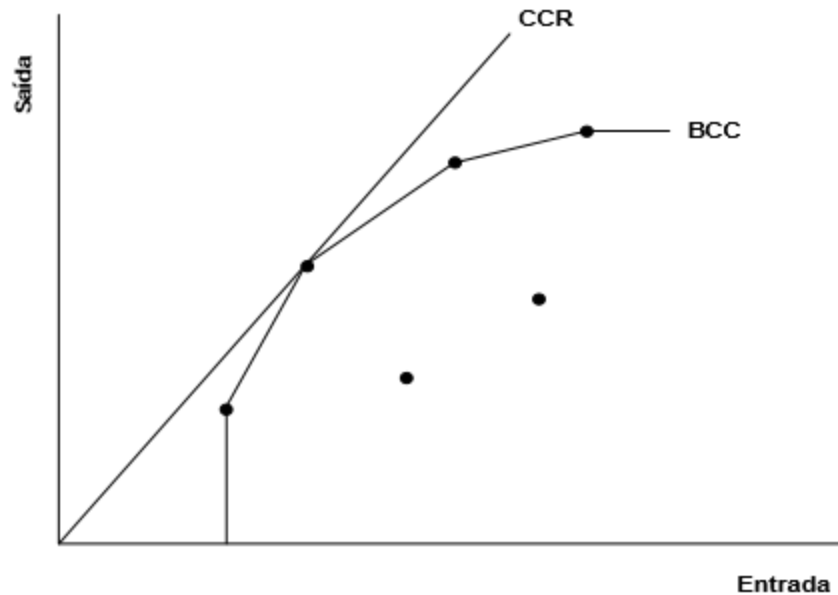
Entretanto, algumas das propriedades citadas podem não ser válidas em determinada situação na realidade. Portanto, a suposição de retorno constante de escala é relaxada para admitir retornos variáveis de escala no modelo BCC de Banker, Charnes e Cooper (1984). E adicionando-se a condição de convexidade $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ isso é possível. Deste modo a tecnologia passa a admitir retornos variáveis, pois somente combinações convexas de unidades eficientes formam a fronteira (FRIED; LOVELL; SCHIMIDT, 2008), passando a ser então:

$$\begin{aligned} T(x, y) = \{ (x, y) : x &\geq \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j, \\ y &\leq \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n \} \end{aligned} \quad (2.14)$$

A diferença entre o modelo BCC e o CCR é que o primeiro permite retornos variáveis de escala medindo apenas a eficiência técnica para cada DMU (BOWLIN, 1998). Ou seja, o modelo BCC é menos restritivo. Uma unidade eficiente no modelo CCR será também eficiente no modelo BCC, entretanto o inverso não é verdadeiro como provam Cooper, Seiford e Zhu (2004, p.52).

A Figura 7 ilustra ambos os modelos para um conjunto de dados estudado.

Figura 7- Comparação entre DEA CCR e BCC



Fonte: (BELLONI, 2000)

Sendo as unidades avaliadas por fronteiras diferentes, o índice de eficiência do modelo BCC é maior ou igual ao índice da mesma unidade no modelo CCR, considerando orientação à entrada.

O isolamento do componente associado à eficiência de escala é possibilitado neste modelo, segundo Belloni (2000). E desconsiderando-se a escala de produção, o modelo BCC permite a análise de unidades de portes distintos.

2.3.4. Modelo DEA Aditivo

Os modelos anteriormente citados demandam uma escolha por parte do usuário quanto à orientação, podendo ser voltada à maximização das saídas ou à minimização das entradas. Já se tratando do modelo aditivo, pode-se combinar ambas as orientações.

Existem diversos tipos deste modelo, sendo apresentado na equação 2.15 o modelo aditivo abordado por Cooper, Seiford e Tone (2006).

$$\max z = es^- + es^+$$

Sujeito a:

$$X\lambda + s^- = x_0 \quad (2.15)$$

$$Y\lambda - s^+ = y_0$$

$$e\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0$$

Dentre as restrições da equação, nota-se que o CPP admitido é semelhante ao utilizado no modelo BCC. No modelo aditivo, uma DMU é considerada eficiente se, e somente se, tiver $s^{-*}=0$ e $s^{+*}=0$. Nos modelos CCR e BCC as folgas não são consideradas no índice de eficiência θ , sendo as mesmas calculadas em um segundo momento. Já no aditivo a intensidade da ineficiência não é medida, apesar das folgas serem diretamente consideradas e se poder discriminar o status das unidades, como eficiente ou ineficiente.

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecidos alguns dos modelos de análise envoltória de dados, como o CCR, BCC e por final o aditivo, pode-se então fazer uma escolha do modelo mais adequado para a aplicação na avaliação da eficiência do ambiente ou estabelecimento estudado. Vale ressaltar a necessidade da escolha certa, a fim de que o resultado final da análise seja coerente e confiável, levando em consideração a especificidade de cada situação e o que se pretende avaliar.

3. DESCRIÇÃO E MODELAGEM DO PROBLEMA

3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA

Fundada em 2013, a *startup* objeto deste estudo é brasileira e atua somente na América Latina no ramo da educação. O negócio da empresa se consiste na venda e transmissão de cursos online por meio de sua plataforma.

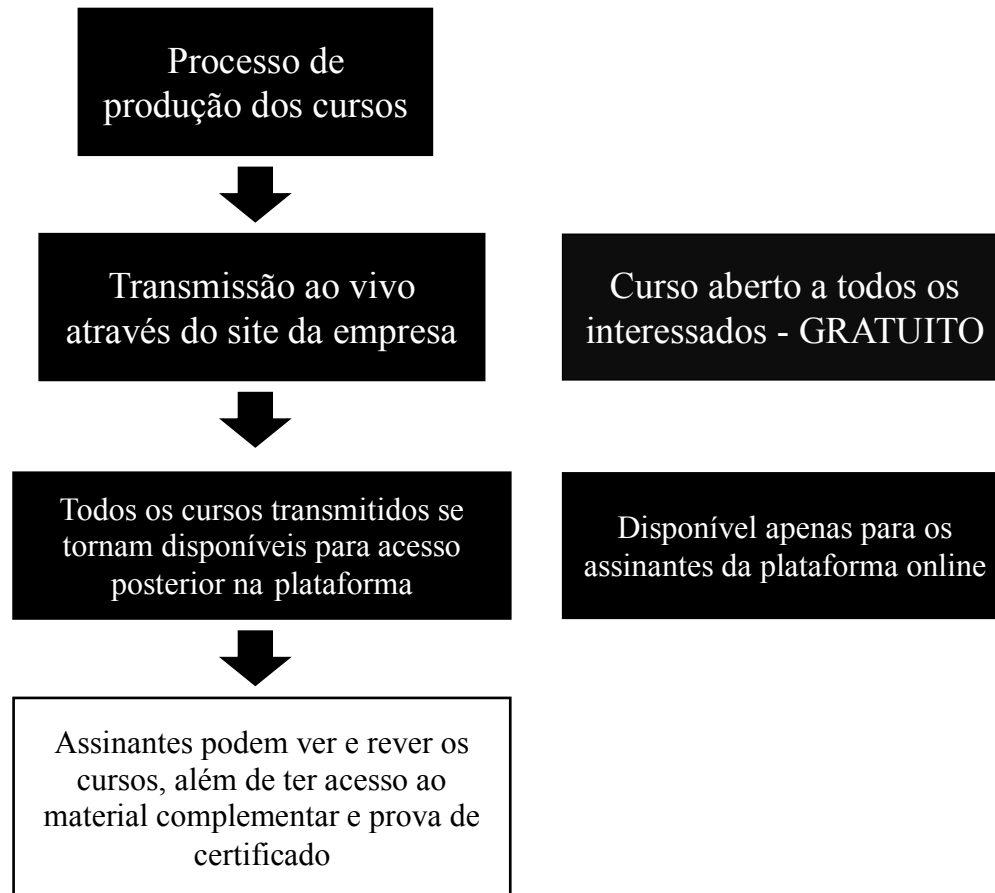
Os fundadores idealizaram uma instituição de ensino que tornasse possível o desenvolvimento profissional de qualquer pessoa, a qual tivesse o interesse de aprender por meio da facilidade que uma plataforma de cursos online pode oferecer.

Desde sua fundação, a empresa vem apresentando sucessivo crescimento. Já em seu primeiro ano de atuação faturou mais de R\$ 4 milhões de reais, e no ano seguinte, 2014, somou R\$ 20 milhões de reais. Recentemente, no ano de 2015, a empresa resolveu inovar também no modo de comercializar seus cursos produzidos, já que inicialmente vendia os mesmos individualmente e atualmente os comercializa no modelo de assinaturas. Por conta deste novo modelo, a empresa vem sendo chamada de “Netflix da Educação”, além de dobrar seu faturamento em comparação ao ano anterior, faturando no ano passado (2015) R\$ 40 milhões de reais.

A situação econômica nacional tem levado cada vez mais pessoas a buscar uma saída para se sustentar, a qual tem encontrado nos cursos de profissionalização, segundo o Ministério do Trabalho e Emprego. Ligado a este cenário e a criteriosa seleção de professores para ministrar seus cursos, em sua ampla maioria profissionais de renome em suas áreas de atuação, a empresa em questão pôde se beneficiar e ao mesmo tempo ajudar novos empreendedores a obter sucesso em suas novas atividades.

Segue um esquema simplificado do funcionamento da plataforma de cursos oferecida:

Figura 8 - Esquema do funcionamento da plataforma



Fonte: Autor.

3.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Desde o início de 2015, com o sucesso de suas vendas, a *startup* se viu obrigada a mudar de local, devido à necessidade de ampliação do número de estúdios de gravação, atualmente nove ao lugar dos quatro em 2014, e também ao crescimento do número de funcionários, o qual fez com que o antigo escritório se tornasse demasiadamente pequeno.

Com tal crescimento, vieram também adaptações, muitas de caráter técnico, como a melhoria da plataforma online, data centers, sistemas de proteção contra quedas de energia, contratação de pacotes de internet mais robustos para a transmissão e etc. Além disso, com a

mudança do modo de comercialização dos vídeos, viu-se uma crescente demanda por profissionais capacitados para trabalhar no serviço de atendimento ao cliente.

O atendimento nos modelos de negócios utilizados pelas *startups* é essencial, já que muitas vezes o cliente tem conhecimento limitado em termos de informática, hardware, software e até mesmo configuração de Smart TVs para ter acesso aos cursos oferecidos. Levando em conta essa situação, a “Netflix da Educação” criou uma central de atendimento própria para suprir as necessidade de seus assinantes, o quais apresentavam dúvidas das mais variadas possíveis. Podem-se notar alguns dos temas mais encontrados e suas respectivas questões/dúvidas retiradas do site da empresa:

1. Assinatura de planos:

- a. Quais são os planos, vantagens e diferenças?
- b. Fiz assinatura com o email errado, o que eu faço?
- c. Quais são as formas de pagamento?

2. Cadastro e Login:

- a. O que é login, o que é preciso para ter um?
- b. Esqueci minha senha, o que fazer?

3. Cursos gratuitos ao vivo:

- a. Como assisto a um curso ao vivo no site?
- b. Onde encontro a lista de materiais/ingredientes?

c. Posso gravar os cursos?

4. Dispositivos móveis e Smart TVs:

a. Posso assistir aos cursos ao vivo com meu smartphone, tablet ou computador?

b. Como assistir aos cursos em minha Smart TV pelo navegador?

5. Material complementar, provas e certificados:

a. Sendo assinante, terei direito aos certificados dos cursos?

b. Terei acesso aos materiais complementares dos cursos, como receitas e moldes?

Apresentadas as questões mais frequentes, vê-se que muitas delas requerem determinado conhecimento do site, do funcionamento do aplicativo das Smart TVs, do processo de disponibilização dos cursos e até de conceitos simples para as pessoas já familiarizadas com a internet por parte dos atendentes.

Sendo assim, esses funcionários foram devidamente treinados no momento da contratação, e a cada nova mudança no site ou no funcionamento dos cursos os mesmos são informados por meio de um portal interno para a área de Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC). Tal capacitação visa o melhor tratamento dos problemas enfrentados pelos clientes, e assim a tornando possível a satisfação e consequentemente a fidelização do cliente.

Em suas atividades rotineiras, os atendentes dedicam-se a responder aos chamados disponibilizados em sua conta pelo sistema de três formas diferentes, email, chat online (no próprio site da empresa) e por último as dúvidas enviadas nas solicitações padrões do site, como mostrado na Figura 9.

Figura 9- Exemplo de abertura de chamado por ficha padrão

Central de Ajuda > Enviar uma solicitação

Enviar uma solicitação

Captura Retangular

Seu endereço de email *

Descrição *

Insira os detalhes do seu pedido. Um membro da nossa equipa de suporte responderá assim que possível.

Anexos

Adicione o arquivo ou arraste até aqui

Fonte: Site da *Startup* (2016).

A partir daí os atendentes têm liberdade para responder aos questionamentos que lhe são atribuídos da forma como preferir, priorizando àqueles que considerarem mais críticos. O software utilizado para compilar e registrar todos os dados referentes aos chamados abertos consiste em uma plataforma de atendimento ao cliente hospedada na nuvem.

Após cada atendimento o próprio software registra uma série de dados sobre os mesmos, tais como os exemplos a seguir:

1. Ticket Via - qual o meio de atendimento utilizado;
2. Atendente – a quem foi atribuído o chamado;
3. Assunto do chamado – qual o tema da dúvida e/ou problema;
4. Reabertura de chamados – Quantas vezes o chamado foi reaberto até sua resolução;
5. Respostas – Quantas respostas o cliente recebeu em determinado chamado;

6. Tempo de resolução total – Em quanto tempo (em minutos) o chamado foi resolvido;
7. Tempo de primeira resposta – Quanto tempo levou até que ocorresse a primeira interação atendente x cliente;
8. Satisfação – Qual o nível de satisfação do cliente com o atendimento.

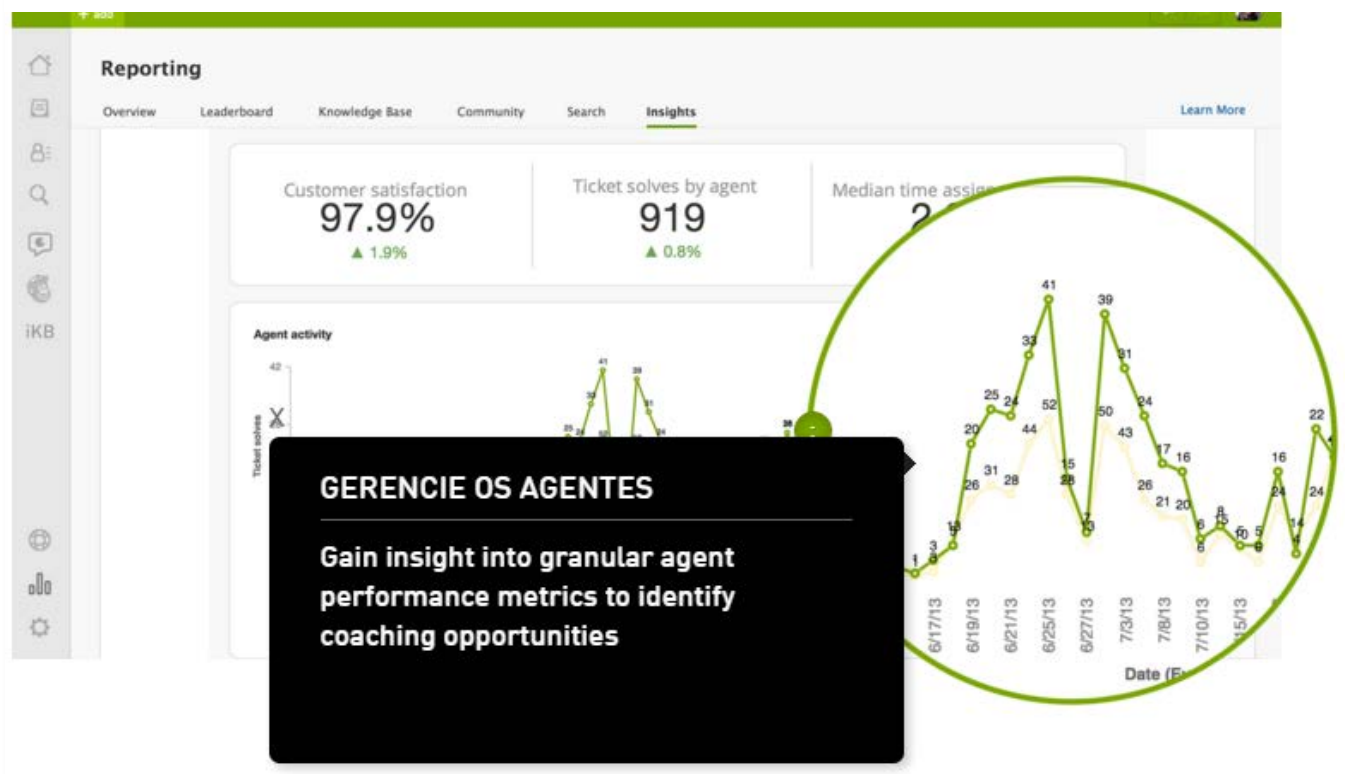
A importância da obtenção desses dados tem se tornado essencial para a *startup*, já que com o aumento do número de assinantes, mais de 60 mil em 2015 segundo um dos sócios da empresa, a quantidade de atendimentos diários também disparou. E assim, a *startup* demonstrou a preocupação pela criação de indicadores de desempenho (KPI – *Key Performance Indicators*) para monitorar a quantidade de chamados, o desempenho de seus atendentes e até mesmo identificar possível necessidade de contratações para o SAC.

Com a plataforma atendimento é possível criar relatórios de desempenho dos funcionários, de quantidade de tickets que entram no sistema por dia, do acumulado de tickets em aberto, e etc, assim como mostram as Figuras 10 e 11 retirada do site de vendas da ferramenta de atendimento.



Fonte: Site da plataforma de atendimento (2016)

Figura 10- Plataforma de atendimento 2



Fonte: Site da plataforma de atendimento (2016)

A plataforma se mostra muito eficiente nas análises e visibilidades que se propõe a fazer, tornando a criação de gráficos, tabelas e rankings muito fácil. Entretanto, para uma análise de performance dos colaboradores, de acordo com os parâmetros de eficiência que os gestores desejam, uma metodologia que avalie insumos e produtos (saídas e entradas) por meio de um indicador de eficiência dos mesmos se torna mais adequada e aplicável. E para tal situação, o modelo de análise envoltória de dados (DEA) se situa como a melhor e mais simples opção de apoio à tomada de decisão.

3.3. TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Para analisar os dados extraídos por meio da ferramenta de atendimento e obter as respostas procuradas de acordo com o que buscam os gestores, utilizou-se a versão de teste do software SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão encontrada na página do grupo de apoio à decisão da Universidade Federal Fluminense, em <http://www.uff.br/decisao/software.html>.

Partindo-se do princípio que a metodologia DEA busca comparar as DMUs por meio das entradas que geram saídas, sabe-se que as unidades comparadas devem atuar sobre as mesmas condições, ou seja, as entradas e saídas devem as mesmas para cada atendente (DMU), se diferenciando apenas na intensidade ou na magnitude (KASSAI, 2002).

Com a premissa descrita, determinam-se os dados que devem ser analisados para a obtenção e comparação da eficiência entre os atendentes do Serviço de Atendimento ao Cliente, de acordo com o que os gestores desejam analisar. Neste caso, as variáveis serão aquelas anteriormente citadas, número de tickets resolvidos, quantidade de chamados reabertos, número de respostas dadas até a resolução do problema, tempo total até a solução, tempo de espera até a primeira resposta e a resposta do cliente quanto a seu nível de satisfação.

A partir daí, deve-se classificar as variáveis em entrada ou saída, e segundo Cooper, Seiford e Tone (2006) se pode tomar por base a razão de eficiência, saídas/entradas, e perguntar se um aumento na variável irá melhorar ou piorar o índice de eficiência de acordo com o objetivo pretendido pela análise. Caso o indicador piore, a variável seria adotada como entrada, e se melhorar, como saída.

Seguem, na Tabela 4, as classificações das variáveis presentes nesta análise:

Tabela 4 - Classificação das variáveis da análise

Variável	Classificação	Aumentando a variável
Número de tickets resolvidos	Saída	Índice de eficiência ↑
Quantidade de chamados reabertos	Entrada	Índice de eficiência ↓
Número de respostas dadas a um mesmo chamado	Entrada	Índice de eficiência ↓
Tempo total até a solução do problema do cliente	Entrada	Índice de eficiência ↓
Tempo até a primeira resposta	Entrada	Índice de eficiência ↓
Índice de satisfação do cliente	Saída	Índice de eficiência ↑

Fonte: Autor

No total serão avaliados 19 atendentes do serviço de atendimento ao cliente, dentro dos critérios já citados. Assim os gestores poderão se basear na Análise por Envoltória de Dados para facilitar a tomada de decisão. Os resultados desta análise devem atender aos seguintes propósitos:

- Tornar a análise de resultados mais concreta e plausível;
- Identificar os benchmarks da equipe, e por quais variáveis os mesmos se destacam;
- Possibilitar a descoberta de melhorias necessárias para que a equipe possa atingir os resultados esperados.

3.3.1. Tratamento dos dados

Os atendentes não serão tratados nesta análise pelos seus respectivos nomes e sim pela identificação “atendente n°” (sendo o número de 1 a 19), por motivos de privacidade e preservação da identidade.

Além do tratamento citado, como cada atendimento é registrado na forma de um chamado, usou-se a média de atendimento para cada funcionário, obtendo-se, por exemplo, a média de tempo que determinado atendente leva para resolver um chamado e responder ao cliente, a quantidade média de respostas dadas ao cliente até se atingir a solução, a quantidade média de reaberturas de chamados e por fim o resultado da soma da satisfação dada pelo cliente, de 1 a 4, dividida pela quantidade de chamados resolvidos.

Como forma de compreender melhor as variáveis escolhidas, e qual seus respectivos impactos no processo de atendimento, as mesmas serão exemplificadas na Tabela 5, por meio de suas medidas e funcionamentos.

Tabela 5 - Variáveis utilizadas no problema

Variável	Unidade de medida	Funcionamento	Impacto no processo
<i>Resoluções de tickets</i>	Quantidade de tickets	É contabilizada a partir do momento em que o cliente da sua satisfação quanto ao atendimento.	Quanto mais tickets forem resolvidos pelo atendente melhor será visto pelos gestores.
<i>Reabertura de chamados</i>	Quantidade de tickets	Depois de determinado tempo sem resolução, determinado chamado é reaberto na caixa de entrada do atendente.	Quanto maior a quantidade de chamados reabertos pior será o desempenho do atendente.
<i>Respostas até a solução</i>	Quantidade de tickets	Fica registrado no sistema, quantas respostas foram dadas pelo funcionário ao cliente até que o chamado fosse resolvido.	O ideal é que os chamados sejam resolvidos rapidamente e em poucas e objetivas respostas.
<i>Tempo total de resolução</i>	Minutos	A ferramenta de atendimento contabiliza o tempo decorrido entre a abertura do chamado e o fechamento do mesmo	Busca-se o menor tempo até a solução, como já citado.
<i>Tempo de espera até a primeira resposta</i>	Minutos	A ferramenta de atendimento contabiliza o tempo entre a abertura do chamado e a primeira resposta dada ao cliente.	O cliente espera ser atendido rapidamente, tal fator influencia muito no índice de satisfação.
<i>Índice de satisfação do cliente</i>	Nota de 1 a 4	Após o chamado resolvido, o cliente deixa sua opinião referente ao atendimento.	Busca-se o nível 4 de atendimento, visto como excelente.

Fonte: Autor

3.4. ESCOLHA E ORIENTAÇÃO DO MODELO

Analisando o problema em questão, viu-se que o modelo DEA BCC seria o mais adequado, já que não se espera um retorno de escala constante alterando-se *inputs* ou *outputs*, como seria possível no modelo DEA CCR. Sendo assim, o mais adequado seria contar com retornos de escala variável, sendo um acréscimo no *input* poderia promover um acréscimo no *output*, não necessariamente proporcional, ou até mesmo um decréscimo.

Além disso, como o que se busca avaliar e aperfeiçoar no Serviço de Atendimento ao cliente é sempre a satisfação do cliente, buscando a fidelização por meio desse contato, foi utilizada a orientação para a saída. Tal orientação visa maximizar as saídas, mantendo fixas as entradas.

3.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados da aplicação da análise por envoltória de dados. Como já citado, os dados que alimentaram o software SIAD foram extraídos da plataforma de atendimento contratada pela *startup* (Tabelas 10, 11, 12 e 13).

Antes de demonstrar os resultados vale ressaltar que pela técnica DEA é possível calcular a eficiência, a eficiência invertida, a eficiência composta e a eficiência composta normalizada.

Segundo Novaes (2002) a fronteira invertida representa a forma de medir a ineficiência de uma DMU, e ainda segunda Leta *et al.* (2005) essa eficiência permite identificar as DMUs produtivas denominadas “falsas eficientes”, ou seja, tal fronteira faz com que sejam consideradas unidades mais eficientes aquelas que gastaram mais insumos e geraram menos produtos.

Já a eficiência composta é uma combinação da eficiência clássica e da invertida (ÂNGULO MEZA *et al.*, 2005), obtido pela equação 3.1:

$$Eficiência\ composta = \frac{Eficiência\ clássica + (1 - Eficiência\ invertida)}{2} \quad (3.1)$$

E a eficiência composta normalizada (representada como Composta*), é encontrada dividindo-se a eficiência composta calculada na equação 3.1, pelo maior valor de eficiência composta de uma DMU da análise em questão, como mostra a equação 3.2:

$$Eficiência\ composta\ * = \frac{Eficiência\ composta}{Máximo\ (Eficiência\ composta)} \quad (3.2)$$

A fim de deixar os resultados mais robustos e facilitar a tomada de decisão dos gestores responsáveis, foram feitas quatro análises considerando os diferentes tipos de atendimento ao cliente:

1. Email, Web e Chat, todos juntos;
2. Apenas Email;
3. Apenas Web;
4. Apenas Chat.

Apresentam-se então, os resultados encontrados para a primeira análise (todas as formas de atendimento em conjunto), na Tabela 6:

Tabela 6 - Resultados obtidos para resoluções em todas as formas de atendimento (em conjunto)

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*	Ranking
A2	1,0000	0,8518	0,5741	1,0000	1º
A13	1,0000	0,8818	0,5591	0,9739	2º
A12	0,9781	0,8773	0,5504	0,9587	3º
A17	0,9718	0,8805	0,5456	0,9504	4º
A14	0,9695	0,8818	0,5438	0,9473	5º
A8	1,0000	0,9168	0,5416	0,9434	6º
A18	0,9690	0,8979	0,5356	0,9328	7º
A16	0,9619	0,8920	0,5350	0,9318	8º
A19	0,9686	0,9074	0,5306	0,9242	9º
A11	0,9837	0,9281	0,5278	0,9193	10º
A3	0,9717	0,9292	0,5212	0,9078	11º
A7	1,0000	0,9692	0,5154	0,8977	12º
A15	0,9903	0,9660	0,5121	0,8920	13º
A1	1,0000	1,0000	0,5000	0,8709	14º
A6	1,0000	1,0000	0,5000	0,8709	15º
A9	1,0000	1,0000	0,5000	0,8709	16º
A4	0,9827	1,0000	0,4914	0,8559	17º
A5	0,9296	1,0000	0,4648	0,8096	18º
A10	0,8489	1,0000	0,4245	0,7393	19º

Fonte: Autor

Em uma primeira análise notam-se diversos atendentes como DMUs eficientes, já que utilizando-se a eficiência padrão se tem um processo menos rígido de análise, comprovado pelos sete atendentes considerados como os mais eficientes (valor 1,00) na segunda coluna da Tabela 6.

Já na terceira coluna, com a fronteira invertida foram encontradas seis DMUs como as mais ineficientes, conforme definido o conceito de eficiência invertida anteriormente. E não por coincidência esses mesmos atendentes são considerados os menos eficientes na análise composta normalizada, a qual mostra o atendente A2 como o mais eficiente na resolução de chamados considerando os três tipos de atendimento em conjunto.

Com o aprofundamento do estudo, considerando a segunda análise (apenas o serviço via email), apresentam-se os resultados na Tabela 7:

Tabela 7 - Resultados obtidos para resoluções via email

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*	Ranking
A18	1,0000	0,8889	0,5556	1,0000	1º
A1	1,0000	0,8891	0,5554	0,9998	2º
A2	1,0000	0,9142	0,5429	0,9772	3º
A8	1,0000	0,9245	0,5378	0,9680	4º
A9	1,0000	0,9315	0,5342	0,9616	5º
A17	1,0000	0,9649	0,5176	0,9316	6º
A5	0,9515	0,9289	0,5113	0,9203	7º
A6	1,0000	1,0000	0,5000	0,9000	8º
A7	1,0000	1,0000	0,5000	0,9000	9º
A12	1,0000	1,0000	0,5000	0,9000	10º
A3	0,9370	0,9424	0,4973	0,8951	11º
A16	0,9619	1,0000	0,4810	0,8657	12º
A4	0,9567	1,0000	0,4784	0,8610	13º
A15	0,9497	1,0000	0,4749	0,8547	14º
A19	0,9429	1,0000	0,4715	0,8486	15º
A14	0,8968	0,9649	0,4659	0,8387	16º
A10	0,8552	1,0000	0,4276	0,7697	17º
A13	0,8480	1,0000	0,4240	0,7631	18º

Fonte: Autor

Vale ressaltar que o Atendente A11 não atuou no tratamento de chamados recebidos via email, sendo esta um condição definida pelos gestores de Operações do Serviço de Atendimento ao Cliente.

Observando apenas a eficiência composta normalizada na segunda análise, vê-se que o atendente A18 é tido como o mais eficiente. Em contrapartida, na primeira análise o mesmo é considerado apenas o sétimo mais eficiente. Já o atendente A2, caiu da primeira posição, quando considerados todos os tipos de atendimento, para a terceira, adotando-se apenas atendimentos via email.

Na Tabela 8 encontram-se os resultados obtidos por meio do software SIAD para atendimentos realizados via web, por meio da ficha padrão mostrada na Figura 7.

Tabela 8 - Resultados obtidos para resoluções via web

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*	Ranking
A3	1,0000	0,9444	0,5278	1,0000	1º
A14	1,0000	0,9455	0,5273	0,9990	2º
A8	1,0000	0,9650	0,5175	0,9805	3º
A18	0,9833	0,9642	0,5096	0,9655	4º
A16	0,9938	0,9760	0,5089	0,9642	5º
A1	1,0000	1,0000	0,5000	0,9473	6º
A4	1,0000	1,0000	0,5000	0,9473	7º
A5	1,0000	1,0000	0,5000	0,9473	8º
A9	1,0000	1,0000	0,5000	0,9473	9º
A11	1,0000	1,0000	0,5000	0,9473	10º
A13	1,0000	1,0000	0,5000	0,9473	11º
A15	1,0000	1,0000	0,5000	0,9473	12º
A19	1,0000	1,0000	0,5000	0,9473	13º
A10	0,9672	0,9729	0,4971	0,9419	14º
A2	0,9587	0,9894	0,4846	0,9182	15º
A17	0,9539	1,0000	0,4769	0,9036	16º
A12	0,9502	1,0000	0,4751	0,9001	17º
A7	0,9380	1,0000	0,4690	0,8886	18º

Fonte: Autor

Na terceira análise feita, o atendente A6 foi excluído, já que não tratou nenhuma chamada aberta via web.

Já na Tabela 8 pode-se notar que o atendente A3 mostrou-se o mais eficiente, o que não ocorreu nas análises anteriores. Nota-se também o baixo desempenho do atendente A10, seguindo a tendência dos outros tipos de atendimento.

Já na Tabela 9 encontram-se os resultados da última análise realizada, a qual levou em consideração os atendimentos via chat.

Tabela 9 - Resultados obtidos para resoluções via chat

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*	Ranking
A7	1,0000	0,8897	0,5551	1,0000	1º
A2	1,0000	0,8955	0,5522	0,9948	2º
A12	1,0000	0,9051	0,5475	0,9862	3º
A13	1,0000	0,9079	0,5461	0,9837	4º
A6	0,9776	0,9100	0,5338	0,9616	5º
A14	1,0000	0,9861	0,5070	0,9132	6º
A11	1,0000	1,0000	0,5000	0,9007	7º
A15	1,0000	1,0000	0,5000	0,9007	8º
A8	0,9042	0,9343	0,4850	0,8736	9º
A19	0,8949	0,9416	0,4767	0,8587	10º
A3	0,8599	0,9441	0,4579	0,8248	11º
A18	0,8706	0,9566	0,4570	0,8232	12º
A16	0,8396	0,9695	0,4350	0,7837	13º
A1	0,8594	1,0000	0,4297	0,7741	14º
A4	0,8266	1,0000	0,4133	0,7445	15º
A10	0,8231	1,0000	0,4115	0,7413	16º
A5	0,8105	1,0000	0,4052	0,7300	17º
A17	0,7744	1,0000	0,3872	0,6975	18º

Fonte: Autor

A partir de uma primeira análise da Tabela 13, conclui-se que o atendimento pela ferramenta do chat é uma das mais utilizadas, com grande número de respostas dadas e chamados resolvidos, sendo assim a Tabela 9 possui maior influência sobre a análise geral (conjunto de todos os tipos de atendimento) da Tabela 6.

Na última Tabela apresentada, vê-se novamente o atendente A2 em boa colocação com relação aos seus colegas de trabalho, exceto o atendente A7, o qual pôde apresentar uma recuperação quando se trata de chamados via chat, apesar de ter ficado na última posição na

análise de tickets resolvidos via web. Consequentemente, o atendente em questão alcançou uma posição intermediária (12º) na análise geral de atendimento.

Ressalta-se que na análise via chat o atendente A9 foi excluído por não ter realizado este tipo de atendimento.

4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

4.1. VERIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS

A análise por envoltória de dados se mostra uma ferramenta de apoio à tomada de decisão muito útil e eficiente, já que permite comparar as unidades produtivas, indicando aquelas que apresentaram melhor eficiência em suas atividades. Entretanto sua aplicação exige um bom conhecimento dos modelos e orientações existentes, assim como das particularidades da situação estudada.

O trabalho em questão não fugiu à regra, apresentando também características específicas do negócio, as quais exigiram especial atenção desde a fase de Concepção até a fase de Análise. Sendo assim, foram selecionadas as variáveis adequadas, pelos gestores, dentre as disponíveis para análise, assim como o modelo DEA com as configurações mais adequadas.

Esse estudo determinou a eficiência relativa de 19 atendentes do serviço de atendimento ao cliente de uma *startup*, em pleno crescimento, por meio da técnica não paramétrica Análise Envoltória de Dados. Com o *software* SIAD efetuou-se o processamento dos dados, selecionando o modelo DEA BCC/VRS, com orientação à saída.

Levando em consideração a opinião e pontos de vista dos gestores da empresa, foram selecionadas as variáveis: *inputs*: quantidade de chamados reabertos, número de respostas dadas a um mesmo chamado, tempo total até a solução do problema do cliente, tempo até a primeira resposta; *outputs*: número de tickets resolvidos e índice de satisfação do cliente.

Dos 19 funcionários analisados, considerando eficiências compostas apenas acima de 95%, quatro foram eficientes no período analisado: Atendentes A2, A13, A12 e A17, significando 21% da amostra, quando tomada a análise consolidada de todos os tipos de atendimento realizados (email, web e chat).

Já em análises específicas para cada tipo de atendimento, foram encontrados diferentes resultados, os quais obviamente influenciam no resultado final compilado. Sendo que um fator de grande influência no estudo é a ausência de alguns atendentes em determinados tipos de atendimento e o trabalho ser realizado em turnos, onde a quantidade de chamados recebidos se mostra muito discrepante.

Com base nesses fatores influenciadores do resultado, propõe-se um estudo inicial para balanceamento da quantidade de atendentes em cada turno, visto que a carga de trabalho pode

alterar o modo de atendimento desejado e conseqüentemente piorar os índices de satisfação dos atendentes em turnos mais trabalhosos no serviço de atendimento ao cliente da *startup*. Segundo Jorge (2014), além dessa necessidade de distribuição da carga de trabalho há também a preocupação com o rendimento dos trabalhadores em diferentes turnos, sendo o turno da manhã o menos eficiente, seguido pelo noturno, de acordo com estudos realizados.

Sendo assim, vê-se que a análise DEA deve estar aliada a outras ferramentas e estudos aprofundados, a fim de se obter resultados mais confiáveis e reais já com a devida carga de trabalho bem distribuída. As DMUs em questão são mais complexas do que em outros estudos realizados com a análise envoltória de dados, por se tratar de pessoas, e não máquinas ou processos, os quais são mais facilmente mensurados e comparados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, C. M. M.; SILVA, A. M. V. A.; LIMA, M. L. P. Aplicação de análise envoltória de dados (DEA) para medir eficiência em portos brasileiros. **Revista de Literatura dos Transportes**, v. 5, n.4, p.88-102, 2011.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. Usos e Abusos dos Estudos de Caso. **Cadernos de Pesquisa**, v.36, n129, 2006.

ANGULO MEZA, L.; NETO, L. B.; DE MELLO, J.C.C.B.S.; GOMES, E.G.I. Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, v. 25, (3), p. 493-503, 2005.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v.30, n.9, p. 1078-1092, 1984

BELLONI, J.A. Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, SC, 2000.

BERTRAND, J.W.M.; FRANSOO, J.C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v.22, n.2, p.241-264, 2002

BOWLIN, W. F. Measuring performance: An introduction to data envelopment analysis (DEA). **The Journal of Cost Analysis**, v. 15, n. 2, p. 3-27, 1998.

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

CLEMENTINO, A. Gestão pedagógica de cursos em EAD online. **Associação Brasileira de Ensino a Distância**, 2013.

COELLI, T.; RAO, D.S. P.; O'DONNELL; C.J.; BATTESE, G.E. An introduction to efficiency and productivity analysis, **Kluwer Academic Publishers**, 2 ed. Massachusetts, 2005.

COOPER, W.W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. Introduction to Data Envelopment Analysis and its uses: with DEA-Solver software and references. **New York: Springer**, 2006.

COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J. Handbook on Data Envelopment Analysis. **Kluwer Academic Publishers**, Boston, 2004.

DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, v. 19, n.3, p. 273-92, 1951.

DORION, E.; SEVERO, E. A.; OLEA, P. M.; NODARI, C. H.; GUIMARAES, J. C. F. Hospital environmental and residues management: Brazilian experiences. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 14, p. 1-18, 2012

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society - Series A**, v.120, n.3, p. 253-90, 1957.

FERREIRA, A.O.; LIMA, C.A.; HORNINK, G.G. O ensino-aprendizagem online de Bioquímica e as ferramentas de mediação: um estudo de caso. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 12, n. 1, p. 5-23, 2014.

FERREIRA, C.M.C.; GOMES, A.P. Introdução à análise envoltória de dados. **Teoria, Modelos e Aplicações**. 1 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009.

FREAZA, F.P. Análise de eficiência do mercado bancário brasileiro, utilizando a metodologia da análise envoltória de dados. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) –

Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração e Economia, **Faculdade de Economia e Finanças IBMEC**, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

FRIED, H.O.; LOVELL, K.C.A.; SCHMIDT, S.S. The measurement of productive efficiency and productivity growth. **Oxford University Press**, New York, 2008.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. A construção da pesquisa. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. p. 43-64.

GOMES, E.G., SOARES, J.C.C.B., BIONDE, N.L. Avaliação de Ineficiência por Análise Envoltória de Dados: Conceitos, Aplicação a Agricultura e Integração com Sistemas de Informação Geográfica. **Embrapa**, Campinas, 2003.

INNIS, D. E., LA LONDE, B. J. Customer service: the key to customer satisfaction, customer loyalty, and market share. **Journal of Business Logistics** **15**, 1994.

JOHNSON, Larry et al. **Horizon Report: 2014 Higher Education**. 2014.

JONES, C.I. Introdução à teoria do crescimento econômico. Campus, 2000.

JORGE, A.F.M. Trabalho por Turnos: O impacto do Trabalho por Turnos na Segurança e Saúde dos Trabalhadores. Tese de Doutorado. **Instituto Politécnico de Setúbal**. Escola Superior de Ciências Empresariais, 2014.

JUBRAN, A.J. Modelo de análise de eficiência na administração pública: estudo aplica às prefeituras brasileiras usando a análise envoltória de dados. Tese (Doutorado em Sistemas Eletrônicos) - Departamento de Engenharia Elétrica, **Escola Politécnica, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2006.

JUNIOR, A. R.; LARA, E.P. Proposta de introdução de uma gestão estratégica de custos para as micro e pequenas empresas. **UNOPAR Científica Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 2, n. 2, 2014.

KASSAI, S. Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, **Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2002.

KOOPMANS, T.C. Analysis of Production as an efficient combination of Activities, ed.Wiley, New York, 1951.

LAMERA, J.A.; FIGUEIREDO, A. M. R.; ZAVALA, A. Análise Envoltória de Dados no Estudo da Eficiência em Assentamentos Rurais no Estado de Mato Grosso. **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2008, Rio Branco. Anai do XLVI SOBER. Rio Branco, v. 46, 2008.

LETA, F.R.; MELLO, J.C.C.B.S.; GOMES, E. G., MEZA, L.A. Métodos De Melhora De Ordenação em DEA Aplicados à Avaliação Estática de Tornos Mecânicos. **Investigação Operacional**, v. 25, 2005.

MANSUR, A. F. U; COSTA, H. G. Aplicação da metodologia ELEQUAL para avaliação da qualidade em serviços: um estudo de caso. Proceeding of the VI ICIE (International Congress of Industrial Engineers). Anais do XX ENEGEP, **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**, 2001.

MCCUE, TJ. Online Learning Industry Poised for \$107 Billion In 2015. Disponível em:< <http://www.forbes.com/sites/tjmccue/2014/08/27/online-learning-industry-poised-for-107-billion-in-2015/#34ce0c0e66bc/>>. Acesso em: 28 de maio, 2016.

MELLO, J.C.C.B.S. Análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos benchmarks para companhias aéreas brasileiras. **Pesquisa Operacional**, p.325-345, 2003.

MELVIN, J.R. Intermediate goods, the production possibility curve, and gains from trade. **The Quarterly Journal of Economics**, p. 141-151, 1969.

NOVAES, L. F. L. Envoltória Sob Dupla ótica aplicada na avaliação imobiliária em ambiente do sistema de informação geográfica. Tese de Doutorado, **Programa de Engenharia de Produção. UFRJ**, Rio de Janeiro, 2002.

OLIVEIRA, A. A. et al. O Ecossistema Empreendedor Brasileiro de Startups: Uma análise dos determinantes do empreendedorismo no Brasil a partir dos pilares da OCDE. **Núcleo de Inovação e Empreendedorismo**, 2013.

Os 15 países mais empreendedores: Brasil aparece na lista. Disponível em:<
<http://revistapegn.globo.com/Dia-a-dia/noticia/2015/06/os-15-paises-mais-empreendedores-brasil-aparece-na-lista/>>. Acesso em: 06 de junho, 2016.

PAPPAS, C. Top eLearning Statistics and Facts For 2015. Disponível em:<
<https://elearningindustry.com/elearning-statistics-and-facts-for-2015/>>. Acesso em: 28 de maio, 2016.

PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método de análise envoltória de dados (DEA). **RAC - Revista de Administração Contemporânea**, v.12, n.1, p.83-106, 2008.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. Microeconomia. Quinta Edição. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

RODRIGUES, F.Z. Aplicação do método de custeio TDABC em uma empresa de prestação de serviços para a avaliação da rentabilidade de clientes. **Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2013.

RUEDA, L. Os sobreviventes do século XX. **Jornal do Comércio**, Ano III, n. 21, Rio de Janeiro, 1998

SALDAÑA, P. Cresce procura por cursos na web como opção de formação. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/carreira/noticias/cresce-procura-por-cursos-na-web-como-opcao-de-formacao/>>. Acesso em: 29 de maio, 2016.

SHARMA, K.R. et al. Economic efficiency and optimum stocking densities in fish polyculture: an application of data envelopment analysis (DEA) to Chinese fish farms. **Aquaculture**, v. 180, n. 3, p. 207-221, 1999.

SILVA, P.R.; Eficiência técnica vs Eficiência econômica. **Revista Ciência Agronômica**, v.7, p.157-163, 1977.

SOUZA, D.P.H. Avaliação de métodos paramétricos e não-paramétricos na análise da eficiência da produção de leite. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)—Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, **Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 136p. 2003.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VARIAN, H. R. Microeconomia: princípios básicos. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

VARIAN, H.R., Microeconomia: princípios básicos. Tradução da 7ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

VERGARA, S.H.C.; RODRIGUES, D.F.; TONET, H.C. Excelência no atendimento ao cliente. **Editora FGV**, 2015.

VILLELA, L. D.; NAGANO S. M.; MERLO, E. M. Aplicação da análise envoltória de dados em cooperativas de crédito rural. **Revista de Administração Contemporânea** 11, p.99-120, 2007.

WOLPERT, D.H.; MACREADY, W.G. No free lunch theorems for optimization. **Evolutionary Computation, IEEE**, v. 1, n. 1, p. 67-82, 1997.

ANEXO – RESULTADOS OBTIDOS EM CADA TIPO DE ATENDIMENTO

Tabela 10 - Base de dados (Total)

Atendentes	Reabertura de chamados	Respostas	Tempo de resolução total (min)	Tempo de primeira resposta (min)	Resoluções	Satisfação
Atendente 1	0,163	1,211	4836,95	540,372	148	3,170
Atendente 2	0,074	0,369	1267,25	1163,417	1862	3,256
Atendente 3	0,168	1,071	2112,51	806,619	546	3,119
Atendente 4	0,230	1,050	1947,67	1173,522	100	3,200
Atendente 5	0,172	1,291	2381,35	1322,464	698	3,030
Atendente 6	0,066	0,281	1395,27	3396,712	1113	3,190
Atendente 7	0,038	0,263	2587,97	2396,602	1115	3,282
Atendente 8	0,189	1,091	1344,59	372,802	481	3,154
Atendente 9	0,346	1,451	1376,05	252,415	182	3,022
Atendente 10	0,116	0,703	2507,10	1043,681	397	2,751
Atendente 11	0,141	0,718	2063,27	1069,446	276	3,191
Atendente 12	0,132	0,715	1918,34	1030,364	1203	3,168
Atendente 13	0,128	0,705	1868,77	1006,916	2223	3,137
Atendente 14	0,128	0,705	1868,74	1006,894	498	3,137
Atendente 15	0,125	0,714	2474,98	1018,968	177	3,206
Atendente 16	0,134	0,707	1577,21	971,527	555	3,108
Atendente 17	0,129	0,708	1879,12	1011,552	483	3,145
Atendente 18	0,129	0,704	1866,64	1010,183	392	3,136
Atendente 19	0,128	0,703	1867,63	1005,740	367	3,134

Fonte: Autor

Tabela 11 - Base de dados (Email)

Atendente	Reabertura de chamados	Respostas	Tempo de resolução total (min)	Tempo de primeira resposta (min)	Resoluções	Satisfação
Atendente 1	0,1000	0,6000	2844,7000	182,7000	10	3,2000
Atendente 2	0,0833	0,8333	2581,5833	1442,6667	12	3,0833
Atendente 3	0,2410	1,1446	3625,7831	932,4819	83	2,9157
Atendente 4	0,1818	1,3636	610,1818	369,1818	11	2,9091
Atendente 5	0,1304	0,8696	1853,8043	631,2826	46	2,8913
Atendente 6	0,1429	0,2857	1000,2857	49,7143	7	2,8571
Atendente 7	0,0000	1,1111	6589,1111	2878,1111	9	2,8889
Atendente 8	0,1818	1,1818	3913,0909	148,6364	11	3,2727
Atendente 9	0,3735	1,5000	1436,8735	197,5120	166	3,0181
Atendente 10	0,4737	1,4737	5365,1579	337,0000	19	2,7895
Atendente 11						
Atendente 12	0,2222	1,3333	2300,8889	1585,7778	9	3,3333
Atendente 13	0,2222	1,1667	1818,3889	420,3333	18	2,6667
Atendente 14	0,3043	1,4130	3352,0217	600,6957	46	2,8913
Atendente 15	0,3378	1,7432	2671,1216	429,6486	74	3,0135
Atendente 16	0,3125	1,6250	1061,7500	786,3125	16	3,0000
Atendente 17	0,0000	0,8800	1933,6000	808,5600	25	2,8000
Atendente 18	0,0909	0,3636	376,0000	200,5758	33	3,0000
Atendente 19	0,2727	1,1818	4668,0909	402,0909	11	3,0909

Fonte: Autor

Tabela 12 - Base de dados (Web)

Atendente	Reabertura de chamados	Respostas	Tempo de resolução total (min)	Tempo de primeira resposta (min)	Resoluções	Satisfação
Atendente 1	0,1789	1,2737	5324,6842	269,2211	95	3,1895
Atendente 2	0,2500	1,1716	1457,0098	491,8676	204	3,0784
Atendente 3	0,2028	1,0854	1583,2349	504,0463	281	3,1957
Atendente 4	0,1757	0,8919	1767,9865	859,7027	74	3,2703
Atendente 5	0,2300	1,3994	2771,9521	1399,9201	313	3,0863
Atendente 6						
Atendente 7	0,1579	1,0702	3192,6316	402,2456	57	3,0000
Atendente 8	0,2500	1,2210	1480,3986	306,3986	276	3,1667
Atendente 9	0,0625	0,9375	745,0000	727,3750	16	3,0625
Atendente 10	0,1538	0,9505	2020,4835	782,8187	182	3,1099
Atendente 11	0,2143	1,4643	4585,3214	171,1071	28	3,1786
Atendente 12	0,3085	1,0745	1671,4362	328,0000	94	3,0426
Atendente 13	0,2839	1,2548	2114,1419	535,6677	310	3,1032
Atendente 14	0,1192	0,9115	4505,6692	344,2000	260	3,1731
Atendente 15	0,1020	1,2143	5891,5204	286,7347	98	3,1122
Atendente 16	0,2683	1,2509	1683,8502	678,5122	287	3,1463
Atendente 17	0,2454	1,2593	3665,8380	1501,5139	216	3,0741
Atendente 18	0,2535	1,1382	1533,6037	842,4839	217	3,1613
Atendente 19	0,2723	1,2500	3128,5670	245,4420	224	3,2277

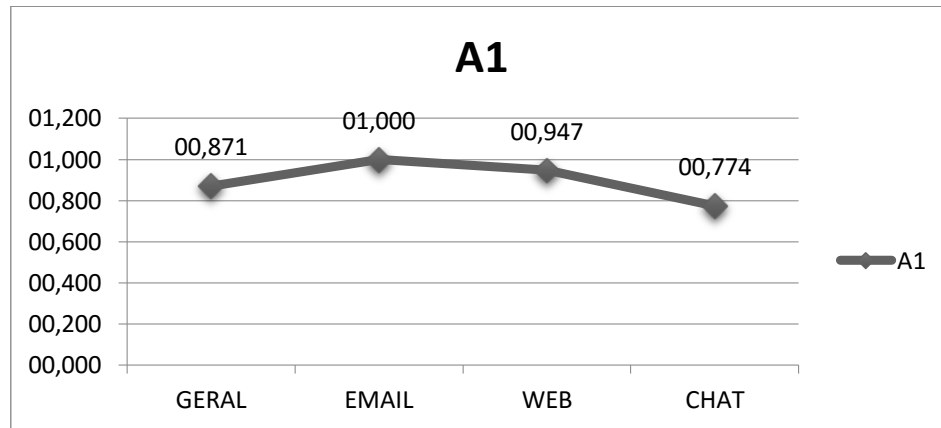
Fonte: Autor

Tabela 13 - Base de dados (Chat)

Atendente	Reabertura de chamados	Respostas	Tempo de resolução total (min)	Tempo de primeira resposta (min)	Resoluções	Satisfação
Atendente 1	0,1429	1,2143	4208,0952	904,3333	42	3,1190
Atendente 2	0,0522	0,2661	1221,0668	325,0450	1646	3,2789
Atendente 3	0,0903	1,0129	2422,2452	1114,8968	155	3,1161
Atendente 4	0,5333	1,6000	3555,2667	886,2667	15	3,0667
Atendente 5	0,1579	1,3465	2832,2456	1564,2500	228	3,0395
Atendente 6	0,0567	0,2308	1259,4498	849,2597	1005	3,2269
Atendente 7	0,0315	0,2116	2501,0448	504,0515	1049	3,3003
Atendente 8	0,1524	0,9429	1736,6381	685,6095	105	3,1810
Atendente 9						
Atendente 10	0,1084	0,9398	2678,2410	1161,3133	83	2,9759
Atendente 11	0,0000	1,0000	2946,0000	2946,0000	1	4,0000
Atendente 12	0,0348	0,1747	646,2726	274,1537	1093	3,2443
Atendente 13	0,0480	0,3066	975,6354	240,4855	1895	3,2343
Atendente 14	0,0167	0,2500	2888,6778	184,0556	180	2,9778
Atendente 15	0,2000	1,8000	10858,8000	76,6000	5	3,6000
Atendente 16	0,1852	1,2370	1504,5185	1128,4815	135	3,0519
Atendente 17	0,1529	1,1847	3149,4841	1747,5860	157	2,9363
Atendente 18	0,2326	1,2093	1780,5581	1056,9535	43	3,1860
Atendente 19	0,1311	1,1475	1879,0820	706,6885	61	3,1967

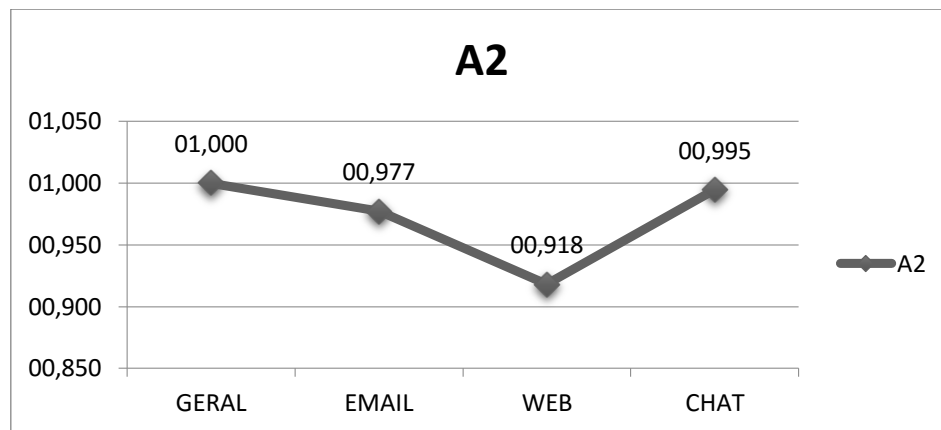
Fonte: Autor

Figura 12- Resultados do Atendente A1



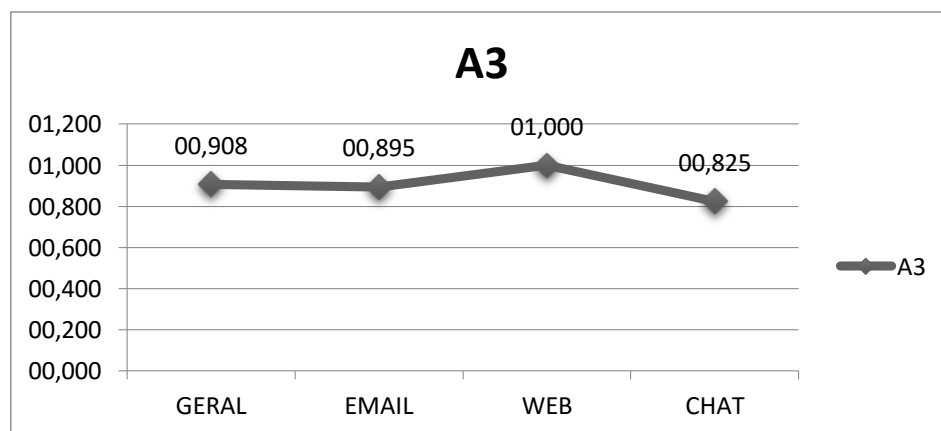
Fonte: Autor

Figura 13- Resultados do Atendente A2



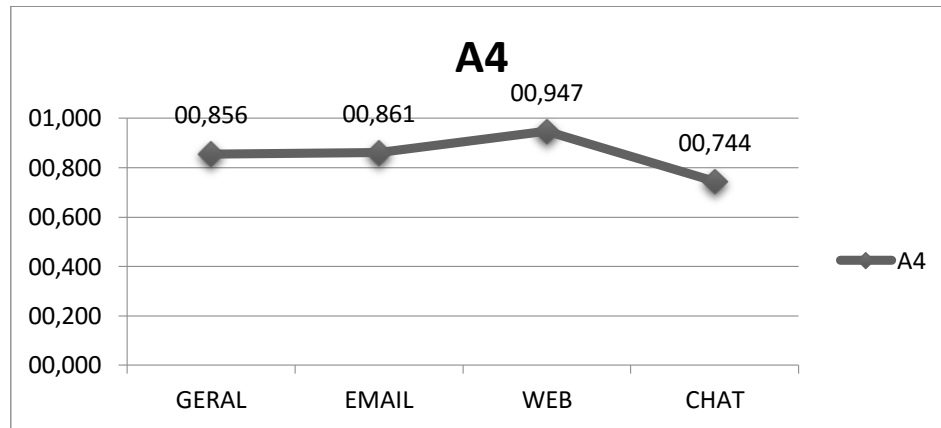
Fonte: Autor

Figura 14- Resultados do Atendente A3



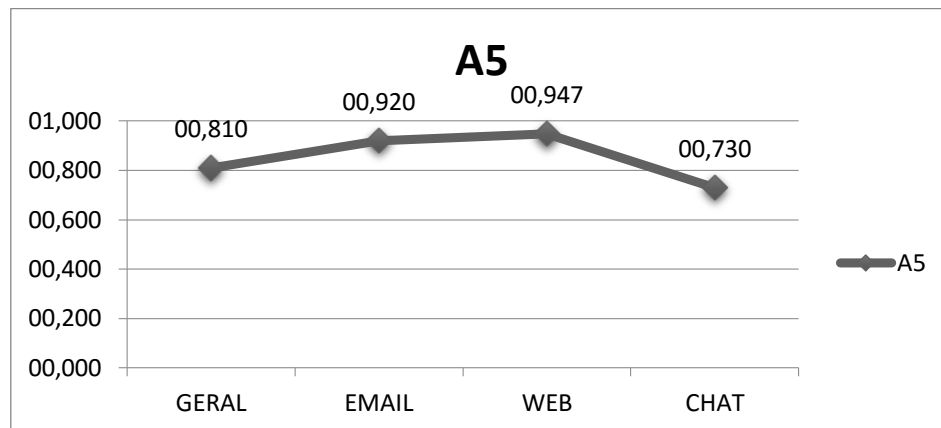
Fonte: Autor

Figura 15- Resultados do Atendente A4



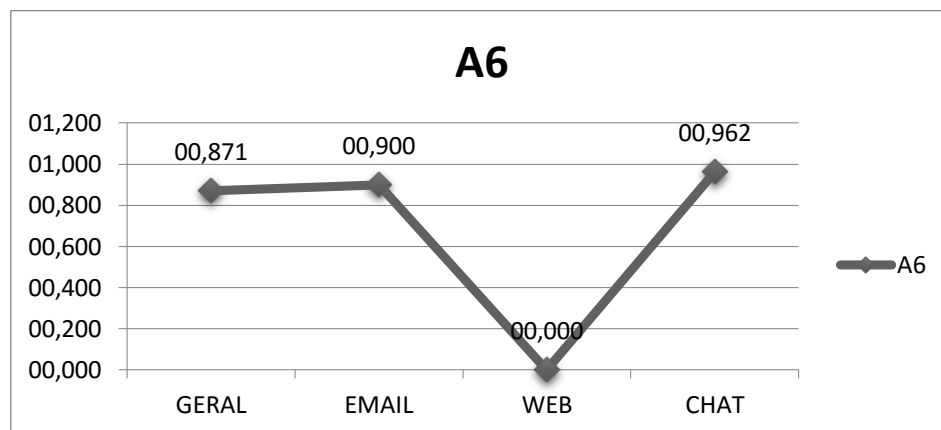
Fonte: Autor

Figura 16- Resultados do Atendente A5



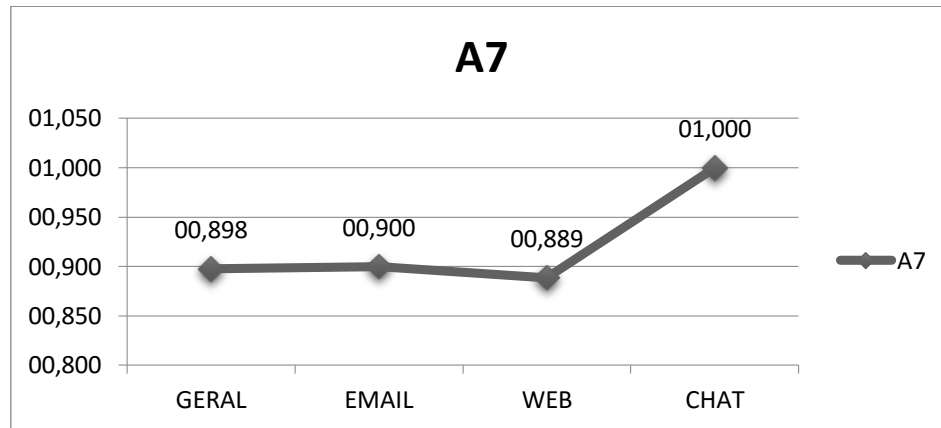
Fonte: Autor

Figura 17- Resultados do Atendente A6



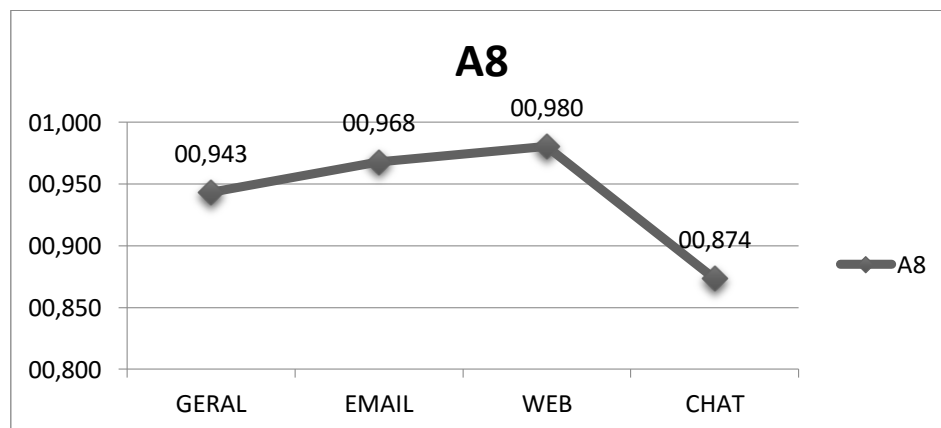
Fonte: Autor

Figura 18- Resultados do Atendente A7



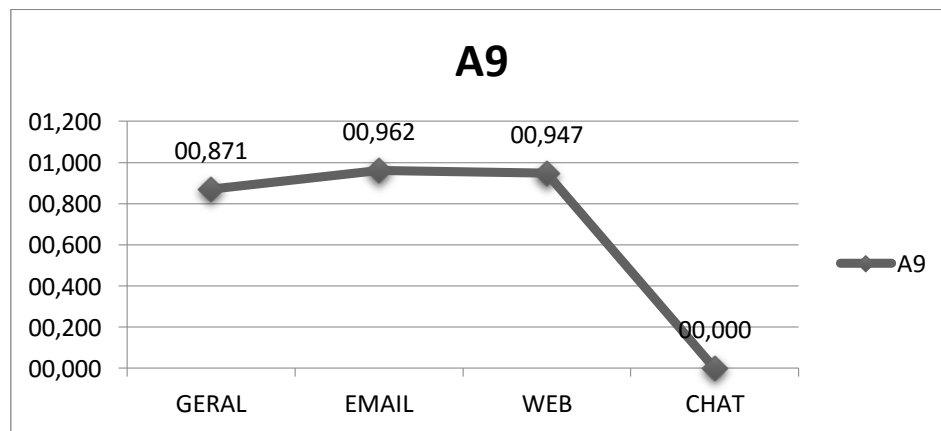
Fonte: Autor

Figura 19- Resultados do Atendente A8



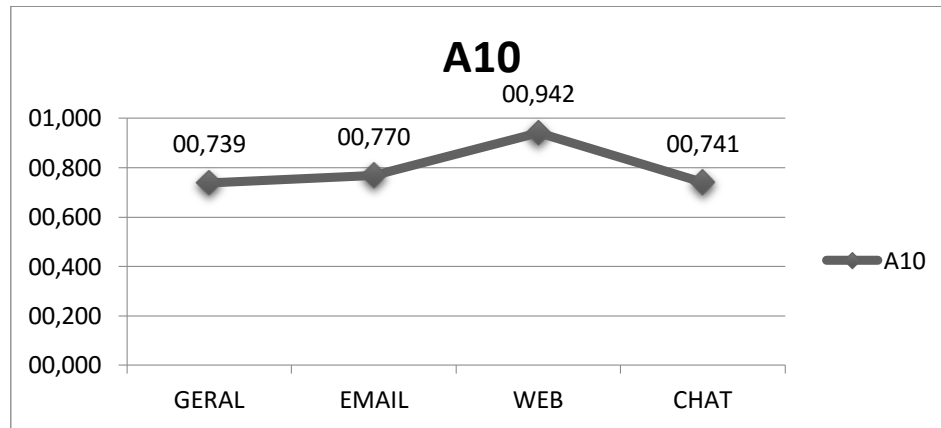
Fonte: Autor

Figura 20- Resultados do Atendente A9



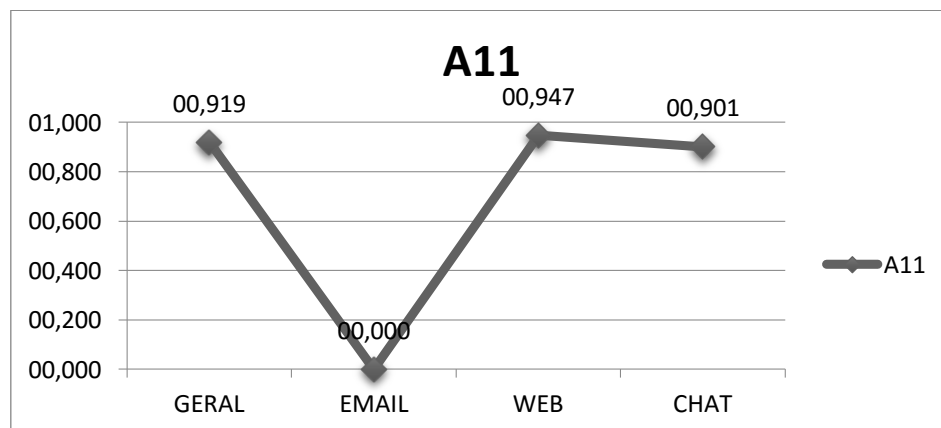
Fonte: Autor

Figura 21- Resultados do Atendente A10



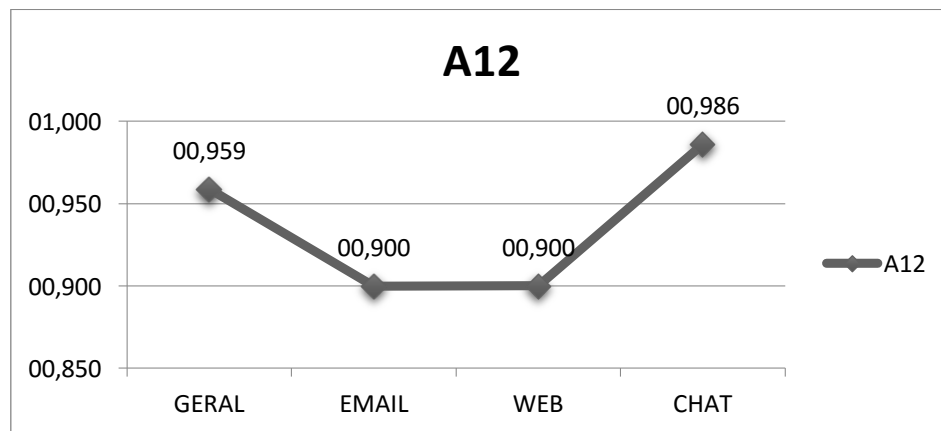
Fonte: Autor

Figura 22- Resultados do Atendente A11



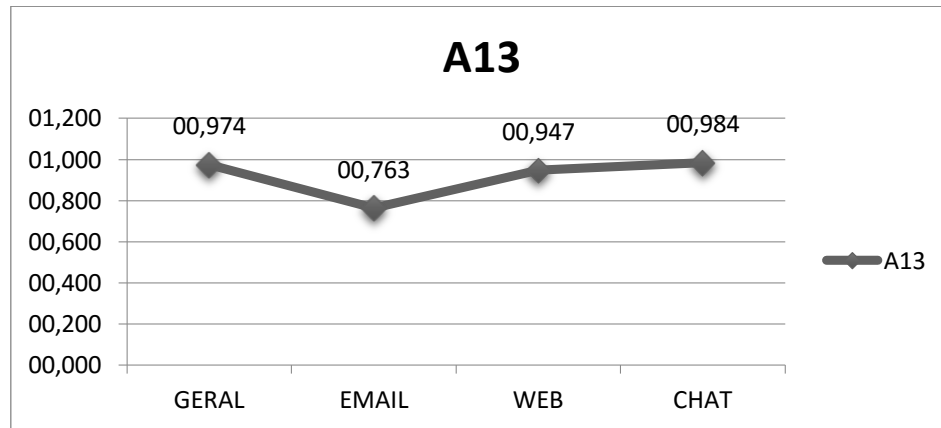
Fonte: Autor

Figura 23- Resultados do Atendente A12



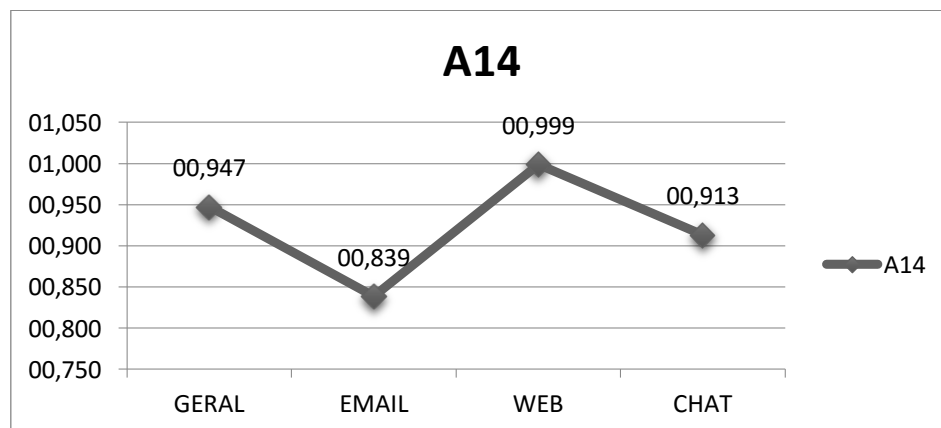
Fonte: Autor

Figura 24- Resultados do Atendente A13



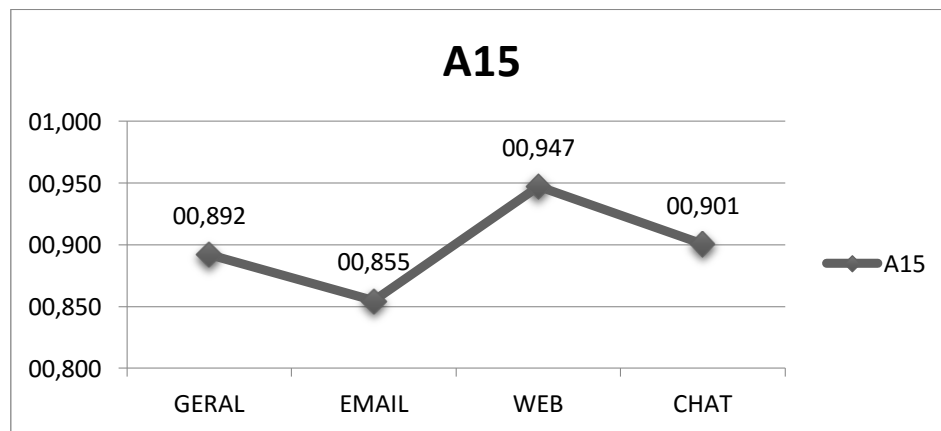
Fonte: Autor

Figura 25- Resultados do Atendente A14



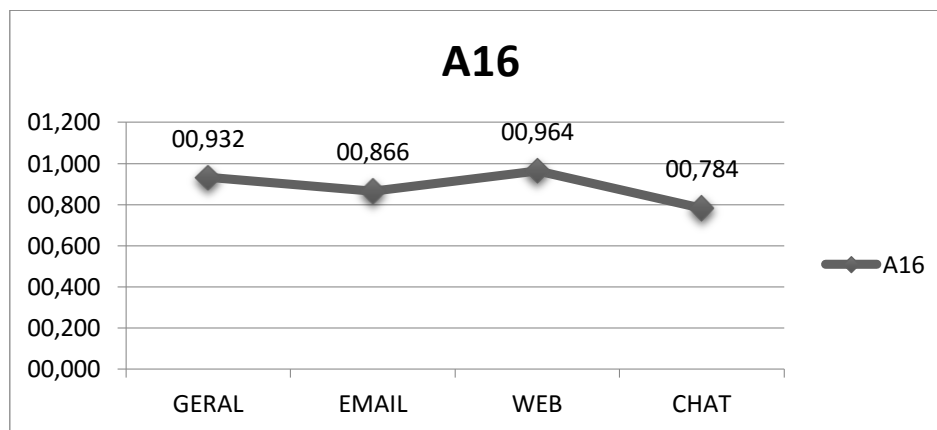
Fonte: Autor

Figura 26- Resultados do Atendente A15



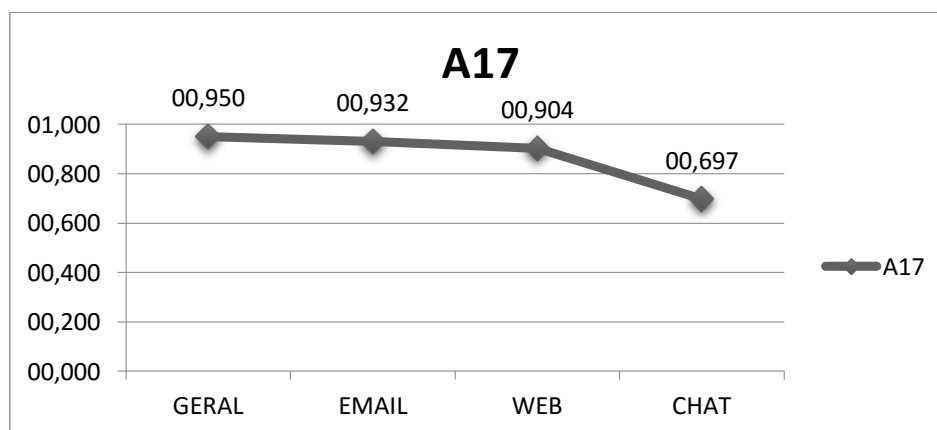
Fonte: Autor

Figura 27 - Resultados do Atendente A16



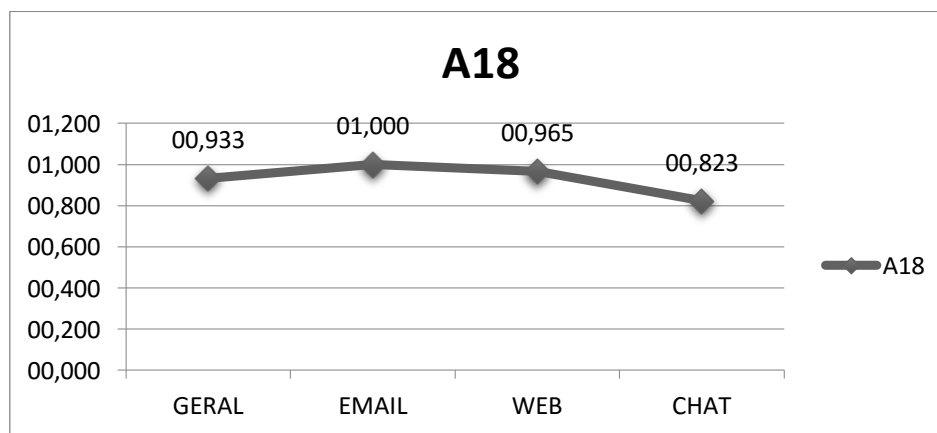
Fonte: Autor

Figura 28- Resultados do Atendente A17



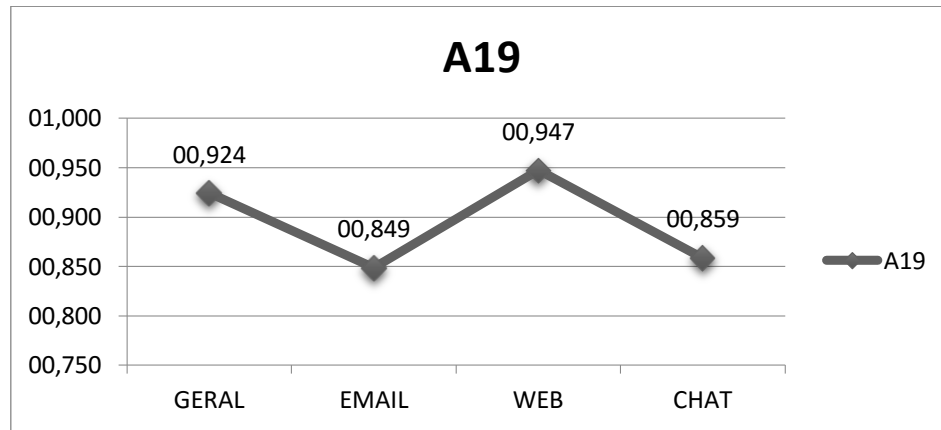
Fonte: Autor

Figura 29- Resultados do Atendente A18



Fonte: Autor

Figura 30- Resultados do Atendente A19



Fonte: Autor