

OTIMIZAÇÃO DE RECEITA DE UMA ESCOLA DE IDIOMAS ATRAVÉS DO USO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR

Vanessa Rebeca Cenci (UTFPR) ybasantos@yahoo.com.br

Resumo:

O presente artigo é um estudo de caso através da aplicação da pesquisa operacional com o uso da programação linear em uma escola de idiomas. As escolas desse segmento devem priorizar a questão gerencial, buscando melhoria no processo de ensino para obter mais alunos e maximizar seus lucros. Desta forma, podem utilizar técnicas da pesquisa operacional para auxiliar na tomada de decisão e atingir seu objetivo. Esta pesquisa é de natureza quantitativa, exploratória, sendo aplicada em uma escola de idiomas localizada na cidade de Francisco Beltrão, gerida pelo sistema convencional, ou seja, não franqueada. Para análise dos dados utilizou-se o *software LINDO*, para encontrar o valor ótimo para otimização da receita da escola através da melhor distribuição de alunos por turma. Os resultados obtidos demonstraram as quantidades ótimas de alunos por turma para que a escola objeto deste estudo maximize seu lucro mensal.

Palavras chave: Programação linear, otimização de lucro, escolas de idiomas, programação horários.

RECOVERY OPTIMIZATION OF A LANGUAGE SCHOOL THROUGH THE USE OF LINEAR PROGRAMMING

Abstract

The present article is a case study through the application of operational research with the use of linear programming in a language school. Schools in this segment should prioritize the managerial issue, seeking improvement in the teaching process to obtain more students and maximize their profits. In this way, they can use operational research techniques to aid in decision making and achieve their goal. This research is of a quantitative, exploratory nature, being applied in a language school located in the city of Francisco Beltrão, managed by the conventional system, that is, not franchised. To analyze the data, LINDO software was used to find the optimal value for optimizing school revenue through the best distribution of students per class. The obtained results demonstrated the optimal amounts of students per class so that the school object of this study maximizes their monthly profit.

Key-words: Linear programming, profit optimization, language schools, scheduling schedules

1. Introdução

O setor de idiomas continua sendo um mercado promissor no Brasil, este segmento de prestação de serviços foi um dos que mais se destacou em 2015 (ABF, 2016), o setor registrou crescimento de 15%. Viagens ao exterior, eventos esportivos e o interesse da classe média em aprender outra língua, são fatores que impulsionam o mercado de ensino de idiomas. Como a concorrência entre escolas de idiomas esta mais acirrada, algumas delas tem buscado

ferramentas estratégicas para conseguir vantagem competitiva sobre as demais.

No Brasil a expansão da classe C, é um dos fatores que explica a popularização do ensino de idiomas, bem como o desempenho econômico presenciado pelos eventos mundiais que fomentaram o turismo no país. Contudo, a crescente industrialização, rápido desenvolvimento tecnológico, globalização e o mercado altamente competitivo, fez com que mudasse o perfil das empresas diante dos seus colaboradores, necessitando de profissionais com experiência em língua estrangeira para suprir demanda de suporte técnico, negociação e gerenciamento (NERI, 2008).

Sendo assim, as escolas de idiomas tem necessidade de usar ferramentas gerenciais que auxiliem na tomada de decisão. Segundo Lachtermacher (2007), relata que gestores podem ser beneficiados ao usar a modelagem matemática para a tomada de decisões e resolução de problemas nas organizações.

No entanto, para considerar uma minimização dos custos e consequentemente a otimização do lucro, é fundamental conhecer os custos efetivos envolvidos no processo da escola de idiomas para obter um resultado positivo e alcançar o objetivo do proprietário da escola estudada.

A modelagem matemática via programação linear é usada neste trabalho para apresentar uma proposta de otimização de receita, utilizando um problema frequente na escola que é a distribuição de alunos por turma, identificar qual a quantidade mínima e máxima de alunos devem ser alocados em cada nível de ensino. Para isto, a metodologia utilizada na resolução do problema será a aplicação da ferramenta computacional *LINDO*.

2. Referencial teórico

O Brasileiro em sua maioria apresenta um nível de conhecimento do idioma inglês decorrente de sua grade curricular, das oportunidades educacionais a qual tem acesso, um estudo da Education first (2014) aponta 80% da população de classe média brasileira como sem conhecimento de qualquer língua estrangeira. Contudo, com o incentivo a leitura nas escolas, programas diversificados, incentivos para graduação, muitas pessoas tem buscado melhorar o aprendizado. Muitos fatores influenciam a demanda pelo aprendizado da língua inglesa, sendo um deles o mercado de trabalho, logo há a necessidade de buscar conhecimento neste segmento.

Um dos indicativos de crescimento do setor de idiomas é o aumento dos gastos do brasileiro com educação ensino da classe C, conforme dados do PROVAR (Programa de Administração do Varejo) da FIA (Fundação Instituto de Administração) a renda gira entre 8 a 10%, dado este justificado pela acessibilidade ao curso devido ao baixo valor da hora aula (PROVAR, 2011).

De acordo com dados divulgados pela ABF (Associação Brasileira de Franchising), mostraram que o segmento de idiomas continua crescendo apesar da crise econômica que o país atravessa. Com os rumores da crise e a desaceleração da economia, muitos profissionais buscam formas de se destacar no mercado altamente competitivo, acabam assim optando por aprender um novo idioma e se destacar entre os concorrentes.

O mercado de empresas especializadas na prestação de serviços desempenham papel importante na economia global, de acordo com Fitzsimmons (2004) em paralelo ocorre o desenvolvimento social. Dentre os segmentos de prestação de serviços estão as escolas de idiomas, que passam a ter maior necessidade de uso de ferramentas gerenciais que melhor

auxiliem o processo decisório, Lanchtermacher (2007) advoga que há necessidade de tomar decisões considerando concorrentes e conflitantes, sendo a modelagem matemática um método eficiente na resolução de problemas organizacionais.

A Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas organizacionais reais em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real (BASSANEZI, 2011, p. 17). Várias ciências como a Física, a Química e a Biologia obtiveram grandes avanços com o uso da modelagem, utilizada como ferramenta de pesquisa, buscando criar modelos que se aproximassem das situações reais em estudo.

A pesquisa operacional (P.O) é utilizada no planejamento de operações público e privadas em sistemas de alocação de recursos, arranjo de postos de trabalho, programação matemática, ajuda humanitária, etc, com grande poder de aplicação em problemas práticos e reais (KARSU; MORTON, 2015).

A pesquisa Operacional é uma ferramenta muito usada para tomada de decisão gerencial, por intermédio dela é possível analisar um modelo e levantar o melhor modo de operar o sistema. Para Montevechi (2006) a P.O. é a aplicação do método científico, por equipes interdisciplinares em problemas que dizem respeito ao controle de sistemas organizados (homem-máquina) com a finalidade de obter as soluções que melhor satisfazem aos objetivos da organização, como um todo.

Um modelo surge das mais variadas situações, desde vivências familiares até situações mais complexas da vida em sociedade. A elaboração do modelo depende do conhecimento matemático adquirido, o qual possibilita abordar problemas com menor ou maior sofisticação. Quanto maior for o conhecimento matemático, maiores são as possibilidades de resolver questões que exijam uma técnica mais sofisticada, contudo o modelo não fica restrito à sofisticação matemática (BIEMBENGUT & HEIN, 2003, p 12).

A Matemática, através da Modelagem, transcreve a parte essencial da situação problema e a formaliza num contexto abstrato, de forma a extrair o pensamento com linguagem precisa e racional, sendo vista, como um instrumento intelectual capaz de sintetizar as ideias adquiridas nas situações ou problemas que em muitas vezes estão inseridas em um emaranhado de outras variáveis de menor importância (BASSANEZI, 2011, p. 18).

Mesquita Filho (2010), sintetiza que a contabilidade de ganhos surgiu a partir da TOC (Teoria das restrições) que definem qualquer empresa como um sistema e defende que a tomada de decisão não se deve calcular, nem se fixar ao custo dos produtos, mas sim ao impacto que a decisão gera no resultado global do sistema. O autor menciona que a principal diferença entre ganho da contabilidade, margem de contribuição de custo tradicional encontra-se no tratamento da mão de obra direta.

3. Procedimento metodológico

Com o propósito de atingir o objetivo proposto neste trabalho, adotou-se uma abordagem quantitativa e a modelagem matemática será usada para encontrar a melhor distribuição de alunos por turma para maximização da receita da escola de idiomas. No que se refere ao estudo quantitativo, Gonsalves (2011) explica que a pesquisa quantitativa faz uso basicamente da estatística transformando a vida social em números.

No que tange o problema de alocação de alunos por tipo de turma, o procedimento de coleta dos dados desenvolveu-se através de pesquisa documental, análise prática, *brainstorming* com proprietário e professores. Consulta em artigos publicados sobre o assunto, auxiliaram na interpretação dos dados.

Para cumprir com a finalidade proposta inicialmente haverá um limite máximo de 12 turmas, pois, uma turma se sobressai perante a outra em número total de alunos e a escola atende alunos em horários diferentes. Atualmente a escola atende uma turma de cada categoria, A coleta de dados mostrou que 35% são alunos diurnos e 65% são alunos noturnos.

A análise dos dados foi baseada na pesquisa operacional, sendo definidas variáveis de decisão, função objetivo, restrições e ao final as informações inseridas no software lindo para obtenção dos resultados. Esta pesquisa usou a técnica da programação linear inteira, o modelo foi programado e resolvido com o auxílio do *software Lindo* (GOLDBARG; LUNA, 2005, LACHTERMACHER, 2007).

4. Coleta de dados

A modelagem matemática tem o objetivo de encontrar a melhor distribuição de aluno por turma, de forma que seja maximizada a receita da escola no mês. As turmas foram divididas por faixa etária e são compostas por crianças, adolescentes e adultos, cujos níveis de ensino iniciam no básico até o avançado.

O modelo matemático pode ser compreendido como a representação simplificada da realidade da empresa, sendo expressada na forma de equações matemáticas, as quais são usadas para simular a realidade da organização. Os principais componentes da pesquisa operacional são: variáveis de decisão, função objetivo e as restrições todas importantes no processo decisório.

As receitas brutas do primeiro mês de 2017 estão na Tabela 1. A escola trabalha atualmente somente com ensino do idioma Inglês, com turmas de nível básico, intermediário e avançado em horários alternados.

RECEITA BRUTA MENSAL POR TURMA		
Idioma	Descrição das turmas	Receita bruta em R\$
Inglês	Crianças de 8 à 12 anos de idade	600,00
Inglês	Crianças de 13 à 16 anos de idade	960,00
Inglês	Jovem e adultos acima de 17 anos	1200,00
Inglês	Nível intermediário	750,00
Inglês	Nível avançado	800,00

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 1 – Receita bruta mensal por turma

Na Tabela 2 estão as variáveis de decisão consideradas no modelo utilizado, nota-se que a variável X1 corresponde a quantidade de alunos matriculados nas turmas “crianças de 8 à 12 anos” no curso de inglês. Assim como X2, X3, X4, e X5, representam as outras turmas de acordo com as idades.

VARIÁVEIS DE DECISÃO CONSIDERADOS NO MODELO	
Variável	Descrição das turmas
X1	Quantidade de alunos matriculados nas turmas “crianças de 8 à 12 anos”
X2	Quantidade de alunos matriculados nas turmas “crianças de 13 à 16 anos”
X3	Quantidade de alunos matriculados nas turmas acima de 16 anos
X4	Quantidade de alunos matriculados nas turmas de nível intermediário
X5	Quantidade de alunos matriculados nas turmas de nível avançado

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 2 – Variáveis de decisão considerados no modelo

Sendo assim, a função objetivo que maximiza a receita bruta no mês é:

$$\text{Max } Z = 600X1 + 960X2 + 1200X3 + 750X4 + 800X5$$

Captar alunos não é uma tarefa fácil para a escola de idioma, mensurar os resultados e calcular meta exige conhecimento, adesão a critérios e histórico mensal das turmas. Portanto para realizar o cálculo da meta que a escola de idioma deseja atingir, considerou-se o total de turmas do primeiro mês de 2017, sendo adicionado o percentual de crescimento previamente estipulado pela empresa, o percentual médio de desistentes neste período.

Mediante estas informações calculou-se a meta e verificou-se que para o próximo mês 64 alunos são necessários para atingir a meta. De posse destes dados, a modelagem matemática das restrições do atendimento da meta é a matriz a seguir: $X1 + X2 + X3 + X4 + X5 = 64$.

A escola tem por exigência abrir turmas com no mínimo 3 alunos, pois abaixo deste número não é viável manter turma ou até mesmo abrir. Contudo o número máximo não deve ultrapassar a 10 alunos, para que a qualidade de ensino seja mantida. A escola determina que o número mínimo de alunos por turmas é de 3, para que as despesas básicas sejam supridas, pois, abaixo desse numero não é viável abrir ou manter turmas pelo custo gerado mediante este fato. Contudo, o numero máximo de alunos não deve ultrapassar a 10 alunos por turma, pois, este valor sugere aulas de qualidade, com atendimento individual rápido dentro do tempo estipulado.

A Tabela 3 demonstra as restrições de quantidade de alunos por turmas abertas para o próximo mês, ou seja, obtém as inequações que representam as quantidades mínimas e máximas de alunos que cada categoria de turma deve ter, considerando as quantidades de turmas a ofertar no segundo mês de 2017 e as limitações de alunos por turma.

INEQUAÇÕES DE MÍNIMO E MÁXIMO			
Variável	Qtde de turmas p/ o próximo mês	Limite inferior	Limite superior
X1	2	$X1 \geq 6$	$X1 \leq 20$

X2	3	$X2 \geq 9$	$X2 \leq 30$
X3	3	$X3 \geq 9$	$X3 \leq 30$
X4	2	$X4 \geq 6$	$X4 \leq 20$
X5	2	$X5 \geq 6$	$X5 \leq 20$
$X1, X2, X3, X4, X5 \geq 0$			

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 3 - Inequações de mínimo e máximo

Verifica-se que o limite inferior de quantidade de alunos matriculados na turma inicial de crianças de 8 a 12 anos de idade (X_1) é obtido pelo produto da quantidade mínima de alunos por sala (3) com o número de turmas ofertadas no próximo mês (2), assim, no mínimo 6 alunos devem ser matriculados e no máximo 20 alunos nesta categoria.

Logo, é possível analisar que a categoria de alunos de crianças com idade de 13 a 16 anos podem abrir um total de 3 turmas com um limite inferior de 9 alunos, sendo o limite superior de 30 alunos. As variáveis de decisão precisam atender as condições de não negatividade, ou seja:

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0$; Sendo assim, verifica-se que o modelo matemático do problema proposto neste estudo foi formulado de acordo com:

$$\text{MAX } Z = 600X_1 + 960X_2 + 1200X_3 + 750X_4 + 800X_5$$

Sujeito a:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 64$$

$$X_1 \geq 6 \quad X_1 \leq 20$$

$$X_2 \geq 9 \quad X_2 \leq 30$$

$$X_3 \geq 9 \quad X_3 \leq 30$$

$$X_4 \geq 6 \quad X_4 \leq 20$$

$$X_5 \geq 6 \quad X_5 \leq 20$$

$$X_i \geq 0, i=1,2,3,4,5$$

X_i = número de inteiros

5. Resultados

A pesquisa operacional pressupõe que os processos de tomada de decisão nas empresas podem ser melhoradas por meio da aplicação de modelo matemáticos quantitativos e qualitativos. A modelagem pode ser aplicada em duas formas básicas: tomada de decisões de rotina e resolução de problemas. O modelo demonstra em forma de relatório os possíveis impactos comportamentais positivos e negativos, e quais atividades podem ser bem sucedidas.

O relatório emitido pelo *software LINDO* permitiu realizar análise quanto ao valor máximo que a função objetivo pode atingir, ou seja, a receita bruta máxima mensal que atende todas as restrições é de R\$ 9.999,00, ou seja, a receita aumentaria 43%.

Na tabela 4 observa-se que os valores ótimos encontrados para as variáveis de decisão esta contido na turma “acima de 16 anos”, a qual possui a maior quantidade de alunos que devem ser matriculados para maximizar a receita bruta da escola. Nota-se ainda que a turma “crianças de 13 à 16 anos” requer a matricula de 16 alunos para que o valor ótimo seja atingido.

RESULTADO VARIÁVEIS DE DECISÃO	
Variáveis de decisão	Valor ótimo encontrado
X1	6
X2	16
X3	30
X4	6
X5	6

Fonte: Autora, 2017.

Tabela 4 – Resultado variáveis de decisão

Verificou-se com a aplicação do software que houve folgas em algumas restrições de limite inferiores e superiores com relação a alunos matriculados nas turmas correspondentes a sua categoria, observando as quantidades de turmas que serão ofertadas no segundo mês e considerando as limitações dos alunos por turma.

Na tabela 5, nota-se que para a turma “crianças de 8 a 12 anos” ainda há 7 vagas para matricular alunos no curso de inglês, pois o número máximo permitido para esta categoria é de 20 alunos. Contudo, na categoria “crianças de 13 a 16 anos”, a análise demonstrou a possibilidade de matricular 21 alunos, sendo que este número não ultrapassa o máximo de 30 alunos na turma.

RESULTADO DAS FOLGAS OBTIDAS	
Restrição	Folga
$X1+X2+X3+X4+X5=64$	0
$X1 \geq 6$	14
$X1 \leq 20$	7
$X2 \geq 9$	14
$X2 \leq 30$	21
$X3 \geq 9$	0
$X3 \leq 30$	0
$X4 \geq 6$	14
$X4 \leq 20$	0
$X5 \geq 6$	14
$X5 \leq 20$	0

Fonte: Autora (2017)

Tabela 5 – Resultado das folgas obtidas

Para a análise deste problema conforme, suas características, foi utilizada a programação linear inteira, sendo assim, para este estudo desprezado a análise de sensibilidade.

Os valores ótimos encontrados neste estudo para as variáveis de decisões podem ser encontrados na Tabela 5. Observa-se que as turmas de nível intermediário atribuída como X4, a turma do nível básico X3 e do nível avançado X5, devem possuir maior quantidade de alunos matriculados para maximizar a receita bruta.

6. Conclusão

Com a aplicação da programação linear na escola de inglês objeto deste estudo, foi possível encontrar a quantidade ótima de alunos por turma, ou seja, os números mínimos e máximos de alunos para cada nível de aprendizado, deste modo encontrar a maximização da receita bruta mensal para o crescimento do número de alunos estabelecido pela escola.

O relatório emitido pelo *software Lindo* permitiu encontrar o valor máximo da função objetivo, que resultou numa receita mensal de R\$ 9.999,00, aumentando assim a receita em 43%. Contudo, a quantidade a ser ofertada em cada turma esta indicada na tabela 4 e para que o objetivo seja alcançado o marketing da escola precisa ser ampliado, visando o aumento de alunos na categoria “crianças de 13 a 16 anos”, onde o estudo demonstrou a possibilidade de matricular 21 alunos.

Esta pesquisa contribui para divulgar a possibilidade de utilização da programação linear em escola de idiomas de pequeno porte, como forma de auxílio na tomada de decisão. Proporcionando ao meio acadêmico a compreensão do uso de modelos matemáticos em setores diversificados, fora do contexto operações industriais.

Como trabalho futuro sugere-se o acompanhamento do uso do modelo matemático e a implantação dos resultados encontrados, a pesquisa-ação pode ser utilizada para auxílio da aplicação do modelo.

Referências

ABF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FRANCHISING. Guia de franquias / Sobre o Setor. Disponível em: < <http://www.portaldofranchising.com.br/site/content/home/>>. Acesso em: 23 de Junho de 2017.

BASSANEZI, R. Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia. São Paulo, SP: Contexto, 2011.

BIEMBENGUT, M., & HEIN, N. Modelagem Matemática no Ensino (3 ed.). São Paulo, SP: Contexto, 2003.

EDUCATION FIRST. English Proficiency Index. 2014. Disponível em: <<http://www.ef.co.uk/epi/spotlights/latinamerica/brazil/>>. Acesso em: 20 de Junho de 2017.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. Administração de serviços, operações, estratégias e tecnologia da informação. 4ª ed. São Paulo: Bookman, 2004.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

GONSALVES, E. P. Conversas sobre iniciação à pesquisa científica. 5. ed. Campinas: Alínea, 2011.

KARSU, Ö.; MORTON, A. Inequity averse optimisation in operational research. European Journal of Operational, Research, fev. 2015.

LACHTERMACHER, G. Pesquisa operacional na tomada de decisões. 3ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier, 2007.

MESQUITA FILHO, J. Theory of Constraints: teoria das restrições. [2010]. Disponível em: <pepsoas.feb.unesp.br/vagner/files/2009/02/Apresentacao-TOC.pdf>. Acesso em: 20 Julho de 2017.

MONTEVECHI, J. A. Pesquisa Operacional – Apostila – UNIFEI 2006.

NERI, M. A Nova Classe Média. Rio de Janeiro: CPS, 2008.

PROVAR - Programa de Administração de Varejo da Fundação Instituto de Administração – FIA. Disponível em: <http://www.provar>. Acesso em: jan. 2011.

PROVAR - Programa de Administração de Varejo da Fundação Instituto de Administração – FIA. Disponível em <http://provar.fia.com.br> Pesquisa de Intenção de Compra no 2º trimestre 2014 British Council 2014.