

**MODELAGEM MATEMÁTICA APLICADA A PRODUÇÃO DE  
MATERIAL DIDÁTICO AUDIOVISUAL EM CURSOS A  
DISTÂNCIA**

MACAPÁ-AP

2018

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da Modelagem Matemática .....	17
Figura 2: Exemplo de modelo matemático .....	18
Figura 3: Exemplo de modelo matemático de mochila .....	21

## LISTA TABELAS

Tabela 1: Matriz curricular do curso técnico em segurança do trabalho, na forma subsequente, na modalidade a distância -----	32
Tabela 2: Matriz curricular do Curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática, na forma subsequente, na modalidade a distância -----	33
Tabela 3: Matriz curricular do Curso Técnico em Informática para a Internet, na forma subsequente, na modalidade a distância -----	34
Tabela 4: Matriz curricular do Curso Técnico em Serviços Públicos, na forma subsequente, na modalidade a distância -----	35
Tabela 5: Grade Horário de Produção -----	37
Tabela 6: Organização dos dados da disciplina do Curso 1 Segurança no Trabalho -----	39
Tabela 7: Organização dos dados da disciplina do Curso 2 Manutenção e Suporte em Informática -----	39
Tabela 8: Organização dos dados da disciplina do Curso 3 Informática para internet -----	39
Tabela 9: Organização dos dados da disciplina do Curso 4 Serviços Públicos--	39
Tabela 10: Dados do problema -----	42
Tabela 11: Solução processada pelo Excel para o sistema usado -----	44
Tabela 12: Solução processada pelo Excel para o sistema alternativo proposto-	45
Tabela 13: Comparação dos dados resultados obtidos -----	46

## RESUMO

Este trabalho aborda a modelagem matemática aplicada ao problema de distribuição de grade horária de cursos de educação a distância em um Instituto de ensino técnico no estado do Amapá. O mesmo se desenvolveu em torno da produção de material didático audiovisual, ou seja, as videoaulas, produzidas para subsidiar a Educação a Distância. O modelo foi feito com base no problema de mochila. Assim, de posse do resultado sobre o algoritmo, pode-se gerar resultados, propondo caminhos para a melhor tomada de decisão em relação a situação proposta relativa à demanda por produção de videoaulas e a capacidade de produção atual da instituição. Dessa forma, foi possível se ter uma visão mais clara sobre a distribuição de grade horária para produção de material didático audiovisual visando auxiliar no planejamento da instituição de ensino.

**Palavras-chave:** Grades Horário, Pesquisa Operacional, Educação a Distância.

## **ABSTRACT**

This work is about the mathematical modeling applied to the timetabling problem of distance education courses at a Technical Education Institute in the state of Amapá. The same was developed around the production of audio-visual didactic material, that is, video lessons, produced to subsidize Distance Education. The model was made based on the backpack problem. Thus, with the result on the algorithm, results can be generated, proposing ways for better decision-making in relation to the proposed situation regarding the demand for video production and the current production capacity of the institution. In this way, it was possible to have a clearer view on the distribution of hourly grades for the production of audio-visual didactic material, aiming to assist in the planning of the educational institution.

**Key words:** Timetabling, Operational Research, Distance Education.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	15
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
3.1 PESQUISA OPERACIONAL .....	16
3.2 CONCEITO DE MODELAGEM MATEMÁTICA .....	17
3.3 TIPO DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA E MÉTODOS DE SOLUÇÃO --	18
<b>3.3.1 Programação linear (PL) e Programação Linear Inteira(PLI)</b> .....	18
<b>3.3.2 Métodos Exatos</b> .....	19
<b>3.3.3 Problema da mochila</b> .....	19
3.4 COMPLEXIDADE COMPUTACIONAL .....	22
3.5 O USO DA PESQUISA OPERACIONAL NA DISTRIBUIÇÃO DE GRADES HORÁRIAS .....	22
<b>3.5.1 Definição do Problema de Grade de Horário</b> .....	22
<b>3.5.2 Restrições do Problema</b> .....	23
<b>3.5.3 Classificação do Problema</b> .....	24
<b>3.5.4 Estudos sobre construção de grades horárias</b> .....	25
3.6 GRADE DE HORÁRIO E PRODUÇÃO AUDIOVISUAL PARA A EAD.....	26
<b>3.6.1 Contextualização da produção de material didático audiovisual para a EAD</b> .....	26
<b>3.6.2 A importância da grade de horário na produção audiovisual para a EAD</b> .....	27
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS /METODOLOGIA</b> .....	29
4.1 METODOS DE PESQUISA .....	29
4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	29
4.3 ÁREA DE ESTUDO .....	29
4.4 COLETA E OBTENÇÃO DE DADOS .....	30
4.5 ANÁLISE DE DADOS/MODELAGEM .....	31
<b>4.5.1 Modelo e Restrições do Problema</b> .....	31
4.6 MODELAGEM MATEMÁTICA .....	32
<b>4.6.1 Apresentação Do Problema</b> .....	32

4.6.1.1 Descrição do Problema -----	32
<b>4.6.2 Formulação matemática e soluções -----</b>	<b>38</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO -----</b>	<b>44</b>
<b>6 CONCLUSÕES -----</b>	<b>49</b>
<b>7 REFERÊNCIAS -----</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Modelagem Matemática pode ser definida como um processo dinâmico, o qual é utilizado com a finalidade de se obter e validar modelos matemáticos. Dessa forma, a mesma se constitui uma espécie de abstração e generalização voltada à previsão de tendências. A modelagem pretende transformar situações da realidade em problemas matemáticos em que soluções devem ser interpretadas, segundo linguagem usual (BASSANEZI, 2014). Sendo esta uma, uma importante ferramenta no estudo da Pesquisa Operacional, que é uma técnica, que se destina a tomada de decisão, com o uso da modelagem matemática de problemas, na busca de soluções ótimas aplicadas a uma determinada realidade (BARCELOS; EVANGELISTA; SEGATTO, 2012).

A Pesquisa Operacional (PO) é uma área do conhecimento que desenvolve métodos científicos de sistemas complexos, com a finalidade de contribuir com a tomada de decisões estratégicas (CARDOSO, 2011). A PO pode resolver problemas em diversas áreas, inclusive nas escolas ou universidades. Um dos problemas comuns no âmbito educacional está relacionado aos problemas de programação de grades horárias.

Podem ser encontrados na literatura, vários autores que escrevem sobre o tema, em que destaca o artigo sobre a otimização na programação de horários de professores/turmas com uso de modelo matemático e abordagem heurística e método misto de Góes; Costa; e Steiner (2010), o estudo sobre o desenvolvimento de um modelo de programação linear para o problema da construção de grades horárias em universidades de Bucco; Bornia-Poulsen; e Bandeira, (2017), e o trabalho de Spindler (2010), que propõe uma solução para problemas de horário educacional, utilizando busca dispersa e reconexão por caminhos.

Nesse contexto, este trabalho, visa desenvolver um modelo matemático relacionado à construção de grades de horários, otimizando a utilização de tempo de produção de material didático audiovisual, mais especificamente as videoaulas, em cursos à distância. A pesquisa foi realizada, a partir da aplicação de modelagem matemática por meio dos dados levantados em um dado instituto de ensino técnico do Amapá.

Este trabalho se volta para a Educação a Distância- EAD, por ter



despertado significativo interesse de vários grupos e instituições nos últimos anos. Esse interesse é global e independe do grau de desenvolvimento social e econômico dos países. Diante disso, várias instituições têm trabalhado no sentido de pensar mecanismos para desenvolver a EAD da melhor forma possível, de modo a atender o aluno de forma salutar, e garantindo a qualidade de cursos presenciais e também de cursos a distância (MARINHO, 2016).

O conceito EAD, ultimamente está sendo amplamente discutido, em virtude de sua grande expansão. Sobre isso, Niskier (2000) afirma que EAD ao longo dos anos tem se configurado como modalidade fundamental de ensino e aprendizagem, que ocorre não somente no Brasil, mas no mundo inteiro. E se caracteriza por alunos e professores separados por certa distância e tempo. Segundo o mesmo autor, essa é uma modalidade que rompe paradigmas tradicionais, pois a ideia dominante é de que só ocorre ensino quando há uma sala de aula tradicional em que alunos e professores estão presentes fisicamente. Diferente do ponto de vista arcaico, a sala de aula na EAD, são as plataformas de ensino, que disponibilizam variados recursos, que possibilitam um ensino mais dinâmico, e adequado à visão atual do aluno, que também está imersa a conceitos sobre tecnologia.

Um dos recursos mais importantes para este tipo de ensino é o audiovisual. Este, dentre as várias possibilidades de uso, permite que as aulas dos professores cheguem aos alunos por meio de vídeos. Segundo o MEC, define-se material didático audiovisual como sendo vídeo, videoaula, videoconferência, teleconferência, entre outros, e possibilita explorar imagem e som, estimulando o aluno a vivenciar relações, assim como processos, conceitos e princípios. (BRASIL, 2007).

Dentro deste contexto, o material didático audiovisual, permite com que o aluno experimente situações a partir da sua visualização. Assim, em virtude das inúmeras vantagens relacionadas ao uso do material audiovisual na EAD, é cada vez maior a demanda por produtos dessa natureza dentro de instituições que atuam nessa modalidade. Assim, a videoaula, se apresenta como destaque na preferência dentro deste contexto (BRASIL, 2007).

Os materiais didáticos audiovisuais, como as videoaulas, são aulas produzidas em conjunto com os professores, e gravadas em espaços apropriados, como estúdios e também, podem ser gravadas nas próprias salas de aula, sendo necessário que existam profissionais envolvidos que auxiliem na produção, no que se

refere a aspectos como som, cenário e iluminação e requer o envolvimento de profissionais de diferentes áreas, como tecnologia e educação.

Este método de ensino, embora apresente muitas vantagens, também evidencia dificuldades para sua realização. Uma delas está relacionada ao problema de distribuição de carga horaria, que corresponde à distribuição de horários para gravação de aulas em um estúdio (MARINHO, 2016).

Segundo Bucco; Bornia-Poulsen; e Bandeira (2017), a grade de horário é um problema que mobiliza uma quantidade importante de pessoas, tempo e esforço, e que se constitui em uma das mais importantes tarefas administrativas de instituições. Nesse sentido, cabe neste trabalho compreender a questão que gira em torno de: como distribuir a tempo das grades horárias de produção de vídeo aulas, levando em consideração as variáveis e fatores restritivos?

Assim, por exemplo, em um cenário em que se tem apenas um estúdio para atendimento referente as gravações de aulas de todos os professores da EAD, é preciso organizar de forma adequada, as gravações das aulas demandadas. E isso requer uma análise de todas as variáveis e restrições referentes ao problema, que envolve aspectos técnicos, didáticos e operacionais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um modelo matemático para distribuir o tempo das grades horárias de produção de material didático audiovisual (videoaulas), levando em consideração as variáveis e fatores restritivos, em cursos a distância de um Instituto de ensino técnico no estado do Amapá.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Compreender a dinâmica de produção de material didático, relativa a distribuição das cargas horárias de gravação das videoaulas no Instituto;
- Identificar e analisar as variáveis e fatores restritivos que comprometem a realização da atividade de forma efetiva;
- Aplicar a modelagem matemática, utilizando o algoritmo que melhor se adeque à programação de forma a otimizar o trabalho de produção do material didático audiovisual (videoaulas).

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 PESQUISA OPERACIONAL

A Pesquisa Operacional, ou PO é uma técnica, voltada para a tomada de decisão, usando a modelagem matemática de problemas, que busca soluções ótimas aplicadas a uma determinada realidade (BARCELOS; EVANGELISTA; SEGATTO, 2012).

É possível aplicar a PO em vários sentidos, e do ponto de vista científico pode ser aplicada tanto a pessoas (organização e gerência, relações de trabalho, economia, decisões individuais, pesquisa do mercado, etc), quanto a máquinas (eficiência e produtividade, organização de fluxos em fábricas, métodos de controle de qualidade, organização de mudanças tecnológicas, etc), e também ao movimento (transporte, estoque, distribuição, manipulação, comunicação, localização, etc) (MIRSHAWKA, 1981).

Primeiramente, a Pesquisa Operacional foi utilizada na alocação de recursos militares, durante a Segunda Guerra Mundial (TIWARI; SANDILYA, 2006). O sucesso na área militar levou o método para a área industrial, que explorou de forma extensa as teorias da PO. No entanto, na área industrial, a tomada de decisão é mais complexa, devido a aspectos como incertezas do futuro e das restrições de tempo e custos. A PO foi, então, aplicada na solução de problemas nas áreas como transporte, médica e de telecomunicações, entre muitas outras (BARCELOS; EVANGELISTA; SEGATTO, 2012).

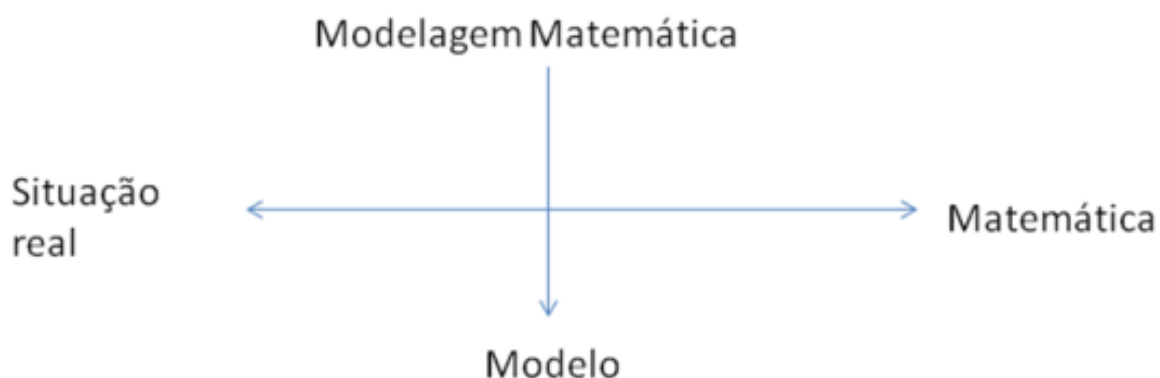
Conforme Frazão et al (2014), a PO é vista como uma busca de cunho científico, a respeito de condições mais adequadas para operar um sistema, sendo o objetivo dos analistas de PO, solucionar os mais variados tipos de problemas voltados para organização e operação, relativos à produção, vendas, distribuição entre outros, que estão localizados desde áreas industriais até governamentais.

A PO diz respeito à modelagem matemática sobre fenômenos estáticos ou dinâmicos, sendo que os problemas dessa natureza se denominam determinísticos. Problemas nos componentes em geral são conhecidos a priori e a aleatoriedade em sua ocorrência não é admitida, por outro lado os problemas dinâmicos denominam-se estocásticos e seus elementos que possuem probabilidade de ocorrência em uma determinada forma (FRAZÃO et al., 2014).

### 3.2 CONCEITO DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Na visão de Biembengut e Hein (2003), a modelagem é uma forma de propor uma interação entre a matemática e a realidade, sendo que o autor apresenta o seguinte esquema para representar sua ideia sobre o tema.

Figura 1: Esquema da Modelagem Matemática



Fonte: Biembengut e Hein (2003)

Assim, apesar de um modelo matemático ser quase sempre um sistema, de equações ou inequações algébricas, diferenciais, integrais, etc., que se obtém através de relações constituídas entre as variáveis consideradas essenciais ao fenômeno em análise, a Modelagem Matemática, pode ser melhor entendida por meio de esquemas explicativos (BASSANEZI, 2014)

Para Pires (2006), os modelos de otimização tentam expressar aspectos da realidade de forma matemática, sendo o seu objetivo, buscar resolver os problemas propostos da melhor maneira possível, levando em conta certas limitações. Os modelos podem ser determinísticos ou estocásticos. Nos modelos determinísticos se conhece desde o início os valores de todos os parâmetros do problema. No entanto, nos modelos estocásticos, normalmente o que se conhece são as chamadas funções de distribuição de probabilidades dos valores dos parâmetros envolvidos. Ainda é possível também pensar a divisão como modelos contínuos e discretos, conforme as variáveis que podem ser com valores reais ou inteiros. Assim, Pires (2006) afirma que um modelo pode ser representado da seguinte forma:

Figura 2: Exemplo de modelo matemático

$$\begin{array}{ll} \text{Minimizar} & f(x) \\ \text{Sujeito a} & h_i(x) = 0 \quad i = 1, \dots, m_h \\ & g_j(x) \leq 0 \quad j = 1, \dots, m_g \\ & x \in \mathbb{R}^n \end{array}$$

Fonte:Pires (2006)

Nesse caso, Pires (2006) explica que  $f$ ,  $h_i$ ,  $g_j$  e  $:\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  são funções contínuas.

Conforme os estudos realizados por Biembengut (2003), verifica-se que a Modelagem Matemática é um tema muito discutido dentro da pesquisa operacional e outras áreas. Assim, a sua importância é ímpar entre as teorias científicas e na criação das teorias matemáticas.

### 3.3 TIPO DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA E MÉTODOS DE SOLUÇÃO

#### 3.3.1 Programação linear (PL) e Programação Linear Inteira(PLI)

A PL ou Programação Linear, teve como um de seus inventores George B. Dantzig, que descobriu o algoritmo Simplex, que se constitui mecanismo matemático voltado para a resolução de problemas da PL (SANTOS; SOUZA JUNIOR; BOUZADA, 2012). Segundo Moore e Weatherford (2005), a programação linear (PL) vem sendo utilizada desde a década de 1940 pelos militares e até hoje verifica-se a sua utilização em várias organizações.

Outrossim, a Programação Inteira (PI), vem para suprir a limitação da PL, no que concerne a necessidade de alguns problemas em utilizar mecanismos para a resolução dos problemas de variáveis inteiras. No entanto, pode-se dizer que o nível de dificuldade para resolução de problemas de PI e PL são similares, quando estas possuem um espaço infinito de soluções, mas quando elas possuem um espaço finito de soluções, a solução de PL é considerada mais fácil que a solução de PI (COLIN, 2007).

Em suma, Rehfeldt (2001) afirma que a programação inteira acontece quando um modelo de otimização se apresenta como um problema de programação

linear inteira, sendo que as variáveis não podem assumir valores contínuos, mas sim valores discretos. Isso provoca maior complexidade computacional, se comparando à oriunda de situações de não linearidade de funções.

Alguns métodos que podem ser utilizados na resolução do PPLI (Problema de programação Linear Inteira). São os Métodos Exatos e Meta-heurísticas. (MARTINS, 2010). Este trabalho está delimitado no estudo dos Métodos Exatos, os quais estão dispostos a seguir.

### **3.3.2 Métodos Exatos**

O método denominado de Branch-and-Bound propõe a ideia de desenvolver uma enumeração inteligente, no que concerne aos pontos candidatos à solução ótima inteira de um problema. O termo “branch” faz alusão ao fato do método realizar partições no espaço das soluções. O termo “bound” refere-se a prova da otimalidade da solução que utiliza-se de limites calculados ao longo da enumeração (GOLDBARG; LUNA, 2005.)

No que se refere ao algoritmo de Gomory, ou planos cortantes, pode-se dizer que o mesmo se difere do branch-and-bound por não dividir o espaço de soluções viáveis em diferentes “subespaços”. Na verdade o método diminui a região viável e faz cortes sucessivos na mesma. Nesse caso, a vantagem nos cortes é que eles podem reduzir o que se denomina como espaço de busca (LUKASSE; MIRANDA, 2004)

Quanto ao método Branch e Cut, verifica-se que este é derivado do Branch & Bound, se diferenciando pelo fato de que deve-se adicionar restrições extras ao modelo durante o processo de solução, para diminuir o espaço de busca, sem precisar remover a solução ótima do problema (SILVA, 2016).

### **3.3.3 Problema da mochila**

Conhecer os métodos é de suma importância para elaborar o algoritmo mais adequado ao problema proposto. Assim, é preciso que estudos sejam ampliados para reconhecer nos métodos aquele que melhor se aplica. Nesse caso,

vale aqui fazer um estudo mais amplo sobre o algoritmo de mochila. Tendo em vista que o mesmo será utilizado para resolução do problema apresentado neste trabalho.

Segundo Caldas (2004), o problema de mochila vem sendo estudado deste o trabalho de D.G. Dantzig, sendo que sua utilização foi primeiramente aplicada na Indústria e na Gerencia Financeira. Em geral os Problemas da Mochila, prescindem de um subconjunto de itens, que devem ser selecionados de maneira que seu somatório não exceda a capacidade da mochila. Pode-se dizer, que existem diferentes tipos de problemas de Mochila, que se distinguem em decorrência da forma como se dá a distribuição dos itens e mochilas. No problema da Mochila 0/1 (0/1 Knapsack Problem), por exemplo, diz-se que o item pode ser escolhido apenas uma vez. Por outro lado, o no problema da Mochila Limitado (Bounded Knapsack Problem) é possível escolher o item em uma quantidade limitada. E no problema da Mochila com Múltipla Escolha (Multiple-choice Knapsack Problem), os itens são escolhidos de classes disjuntas e no caso várias Mochilas serem preenchidas simultaneamente, existe o problema da Mochila Múltiplo (Multiple Knapsack Problem). Em geral, é comum o problema ter a forma mais geral, que é o problema da Mochila com multi-restrições (Multi-constrained Knapsack Problem), que basicamente é um problema de Programação Inteira Geral com Coeficientes Positivos (Caldas, 2004)

Assim, para Caldas (2004), todos os problemas da Mochila pertencem a família NP-Hard, o que significa que é muito improvável que se possa desenvolver algoritmos polinomiais para este problema. No entanto, a despeito do tempo para o pior caso de todos os algoritmos terem tempo exponencial, muitos exemplos de grandes instâncias são possivelmente resolvidos de maneira ótima em fração de segundos.

O problema de mochila é um problema que tem décadas de pesquisas, e todo este esforço levou a melhoria da percepção sobre a compreensão de resolução de problemas a partir do mesmo. Nesse caso os algoritmos que resolvem o Problema da Mochila 0/1, se baseia em escolher  $n$  itens, tais que o seu somatório de utilidades, é maximizado, de forma que não exceda a capacidade da Mochila (Caldas, 2004).



Dessa forma, este pode ser formulado com um problema de maximizar:

Figura 3: Exemplo de modelo matemático de mochila

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } \sum_{j=1}^n u_j x_j \\ & \text{Sujeito } \sum_{j=1}^n p_j x_j \leq M \\ & x_j \in \{0, 1\}, j = 1 \dots n \end{aligned}$$

Fonte: Caldas, 2004.

Onde  $x_j$ , é uma variável binária, em que se for igual a 1,  $j$  deve ser incluído na mochila e se caso contrário, for 0, não deve ser incluída na mochila. (Caldas, 2004)

O algoritmo de mochila se baseia em variáveis binárias, que para Lachtermacher (2007), as variáveis binárias são aquelas que assumem os valores 0 ou 1. Assim, tem-se que:

$$\begin{aligned} X_i &= 1, \text{ se a decisão for positiva} \\ X_i &= 0, \text{ se a decisão for negativa.} \end{aligned}$$

Os problemas modelados com variáveis binárias indicam a decisão a ser tomada. Ou seja, eles demonstram aquilo que se deve fazer, pois se o valor da variável for igual a um, significa escolher. E o contrário, ou seja, se for igual a zero, significa não escolher (Lachtermacher 2007).

É importante frisar que aqui, neste trabalho, será levada em consideração a percepção de muitos autores, que não diferenciam as variáveis discretas das binárias, chamando o modelo simplesmente de programação inteira. E assim, por conta disso também considera-se que este é um trabalho com base na programação inteira.

### 3.4 COMPLEXIDADE COMPUTACIONAL

Atualmente sabe-se que os sistemas de suporte analítico a decisão mais em ênfase são, AIMMS, AMPL, GAMS, LINGO, MPL, OPL Studio (FERREIRA FILHO, 2014).

Entretanto, apesar de tantas opções computacionais, é importante também compreender que sistemas mais antigos podem ter grande eficiência, e podem ser também um caminho mais salutar, principalmente em problemas de complexidade. Nesse sentido, para abordar um problema de planejamento e programação da produção, pode-se utilizar para resolução do problema os pacotes de programação matemática, que são comercialmente disponíveis e mais acessíveis como GAMS, LINDO, etc. E pode ser de possível solução a partir do uso de planilhas eletrônicas como a Excel (POLON et al., 2006).

É importante que se saiba que as opções são variadas e as aplicações são as mais diversas possíveis. No entanto, cabe ao programador, escolher a ferramenta que mais se adequa a resolução de seu problema, levando também em consideração o nível de dificuldade do problema, sendo que alguns se classificam por exemplo como um problema difícil e podem ser considerado como de NP-hard. Isso significa que o mesmo exige mais atenção no tratamento dos dados e, por isso, exige maior capacidade computacional (CORMEN; LEISERSON; RIVEST, 2002).

### 3.5 O USO DA PESQUISA OPERACIONAL NA DISTRIBUIÇÃO DE GRADES HORÁRIAS

#### 3.5.1 Definição do Problema de Grade de Horário

Para Bucco; Bornia-Poulsen; e Bandeira (2017), entende-se que essa construção de grades horárias, é comum em cursos de universidades e, em geral, aparecem no início de cada semestre e costumam mobilizar um leque de esforços de trabalho com foco na melhor programação possível. Dessa forma, a construção de grades horárias é uma atividade de suma importância para qualquer instituição de ensino.

O Problema de Grade de Horário diz respeito à construção de grades horária de cada curso, dentro de determinada instituição, e pode, por exemplo, servir

para distribuir os horários dos professores de uma dada instituição, de forma que se leve em consideração aspectos operacionais e pedagógicos. Os quais podem envolver aspectos como as normas que regulam os regimes de trabalho, carga horária máxima e mínima de docentes e atendimento aos horários de aula destinados para os cursos (ANDRADE; SCARPIN, 2012).

Dessa forma, quando nos casos reais que são investigados, percebe-se que existe uma gama de variáveis. E que as soluções possíveis devem atender a muitas restrições da melhor forma possível e responder à demanda significativamente, além de atender a expectativas, como por exemplo, à redução de custos, entre outras (BUCCO; BORNIA-POULSEN; BANDEIRA, 2017).

### **3.5.2 Restrições do Problema**

O objetivo da PL é buscar a melhor forma de usar os recursos disponíveis para se obter o melhor resultado, Neste cerne, a “solução ótima” seria aquela que apresenta o melhor resultado para a Função Objetivo. Logo a PL deve servir para encontrar a solução ótima de um problema, após a definição de um modelo linear, levando-se em conta a função objetivo e as restrições lineares (PAMPLONA; MONTEVECHI, 2005).

Um ponto muito importante em um problema de programação é que ele reúna todas as limitações de recursos, restrições de fabricação, necessidades impostas ao produto. Sendo que as soluções possíveis para o problema não se equivalem na medida em que uma pode ser melhor que a outra, e isso depende de razões técnicas ou econômicas.

Assim sendo, denomina-se como sendo “ótimo” o melhor valor encontrado entre as soluções possíveis. No entanto, apesar de ótima, uma solução pode ser impraticável, assim algumas soluções ditas sub-otimas podem satisfazer o problema, dependendo do objetivo do mesmo, levando em consideração, variáveis restritivas do problema (POLON et al, 2006).

Neste contexto, verifica-se que é muito importante levar em consideração as variáveis e limitações para se chegar a solução ótima para o problema, sendo que cada tipo de problema apresenta características específicas quanto as restrições. No caso da elaboração de uma grade horária, é preciso satisfazer as preferências dos

professores, além das questões operacionais e pedagógicas. Em suma, as restrições para este tipo de problema, de uma forma geral, são as seguintes: Restrições Pedagógicas e Operacionais e restrições em relação a preferência do professor (GÓES; COSTA; STEINER, 2010).

### 3.5.3 Classificação do Problema

A elaboração da grade de horários, conhecida na literatura como *university timetabling*, significa uma contribuição impar para o planejamento da instituição, uma vez que colabora para a maximização dos resultados esperados (RIBEIRO, 2013).

Para Garey (1979), a produção de grades horárias escolares faz parte do trabalho realizado pelos gestores educacionais, sendo que os quadros de horários são feitos com base em informações que levam em consideração aspectos como a quantidade de turmas e restrições envolvidas como a quantidade de professores disponíveis. Esse tipo de tarefa demanda tempo e esforços nas instituições educacionais, é uma tarefa difícil que pode levar várias semanas.

Dessa forma, como a solução manual de um problema de *timetabling* se demonstra muito difícil, acaba resultando em longos dias de trabalho. Ou mesmo em um grande quebra-cabeça, levando em conta o método da tentativa e erro, sendo que, em suma, na primeira combinação encontrada, já se pode dar como solucionado o problema, sem levar em consideração a qualidade da solução encontrada. E isso acaba refletindo em um péssimo atendimento para alunos e professores (POULSEN; BANDEIRA, 2012).

Assim, Carter e Laporte (1998), no estudo de problemas de construção de grades horárias educacionais, destaca o *School Timetabling Problem (STP)* e o *University Course Timetabling Problem (UCTP)*. Esse tipo de divisão se faz necessário, em virtude de algumas diferenças existentes entre os problemas, às quais são consideradas de suma importância. Nesse sentido, Carter e Laporte (1998) falam sobre essas diferenças, apontando que existem características diferentes entre o quadro de disciplinas em diferentes fases escolares. Assim a escola seria diferente da universidade. Além disso, no caso do UCTP, as turmas possuem estudantes em comum, ou seja, existem disciplinas comuns a vários cursos, por exemplo, ao contrário do STP.

Logo, pode-se classificar este tipo de problema de natureza combinatória, conhecido na literatura por Timetabling, como classe de problemas NP\_difíceis (GAREY, 1979).

#### **3.5.4 Estudos sobre construção de grades horárias**

Conceitualmente, a construção de grades horárias se refere à organização de um determinado conjunto de disciplinas dentro de uma agenda, levando em consideração limitações sobre salas e tempo (SCHAERF, 1999 in BUCCO; BORNIA-POULSEN; BANDEIRA, 2017).

Os estudos existentes sobre o problema de construção de carga horária têm sido abordados desde os anos 60, mas os primeiros trabalhos que se destacaram são da década de 80 (PINHEIRO E OLIVEIRA, 2001 in GÓES; COSTA; STEINER, 2010). Atualmente, se pode citar o estudo de Bucco; Bornia-Poulsen; e Bandeira (2017), que objetivou desenvolver um modelo de programação linear para o problema da construção de grades horárias em universidades.

Outro estudo que propõe uma solução para problemas de horário educacional, utilizando busca dispersa e reconexão por caminhos é o de Spindler (2010). Segundo este autor a maior dificuldade relacionada a problema de horário se relaciona à matemática, pois são em geral problemas de natureza combinatória. Com isso, devido aos métodos computacionais ser exatos, em geral os mesmos trabalham com enumeração do espaço de soluções, mesmo que implicitamente, limitando severamente o tamanho das instancias possíveis de serem resolvidas em tempos computacionais admissíveis.

Também dentro do tema proposto, encontra-se o artigo sobre a otimização na programação de horários de professores/turmas com uso de modelo matemático e abordagem heurística e método misto de Góes; Costa; e Steiner (2010). Segundo os autores, a partir dos estudos realizados, verifica-se que a elaboração de uma grade horária escolar deve se realizar de modo a satisfazer as preferências dos professores, bem como questões operacionais e pedagógicas. Assim, percebe-se uma maior complexidade de trabalhos dessa natureza.

## 3.6 GRADE DE HORÁRIO E PRODUÇÃO AUDIOVISUAL PARA EAD

### 3.6.1 Contextualização da produção de material didático audiovisual para a EAD

Para compreender melhor o tema, é importante saber alguns conceitos sobre Educação a Distância. Neste sentido, partindo do conceito de Niskier (2000), verifica-se que a EAD tornou-se a modalidade de fundamental importância para a aprendizagem e ensino, no mundo inteiro, e vem de um conceito extremamente simples: alunos e professores separados por certa distância e, às vezes pelo tempo.

A EAD é um modelo de ensino muito eficaz no que se refere à permanência do aluno na escola, pois muitos dos alunos matriculados nesses tipos de cursos não teriam condições de estar estudando em cursos presenciais. O professor nesse processo é de suma importância, na medida em que tem o papel de aproveitar o melhor dos meios de comunicação que são utilizados na educação à distância. Portanto compreender aspectos sobre a formação do professor para a EAD e mais especificamente para aplicação nas videoaulas, se torna salutar (MARINHO, 2016)

Para Moore (1990) a Educação a Distância, pode ser definida como uma relação de diálogo, estruturada e autônoma, que precisa de meios técnicos que viabilizem a comunicação, sendo que ao longo da história da EAD foram usados diversas mídias de comunicação como ferramenta metodológica na realização de cursos de educação a distância.

A comunicação se mostra de suma importância no sentido de construir mecanismos de melhor construção didática para o modelo de Educação a Distância. Desse modo, o audiovisual tem papel de destaque, pois é utilizado para produção de vídeos educativos, videoconferências e videoaulas, dentre outros produtos de mídia. Mesmo assim, não é fácil compreender como construir linguagens apropriadas ao ensino e aprendizagem utilizando o audiovisual na educação a distância.

Segundo Ferrés (1996), a linguagem audiovisual é capaz de exercitar atitudes perceptivas múltiplas, provocando constantemente a imaginação e confere à afetividade um papel de mediação, que é de suma importância no mundo. Portanto, é uma linguagem diferenciada da comumente utilizada pelos professores em sala de aula.

Por isso, as videoaulas podem ser consideradas como um desafio temeroso para a maioria dos professores, pois elas, diferentemente das aulas presenciais, são aulas produzidas em conjunto com os professores, e gravadas em espaços apropriados, como estúdio, e que também podem ser gravadas nas próprias salas de aula. Além disso elas exigem profissionais técnicos envolvidos, que possam auxiliar na produção, no que se refere a aspectos como som, cenário e iluminação, por exemplo, e também precisa de professores que trabalhem em harmonia dentro do processo produtivo. Pois, além da parte técnica é importante também levar em consideração, que as mesmas também exigem a técnica metodológica do professor.

Então, quando a videoaula, é bem planejada, consegue fazer com que os alunos participem ativamente. No entanto para se chegar a um patamar adequado e obter resultados positivos para a produção das mesmas, é preciso formar professores capazes de lidar com a linguagem audiovisual e as novas tecnologias educacionais. Nesse sentido, para efeito de estudos, entende-se que o professor, para desenvolver um trabalho com videoaulas precisa compreender melhor esses aspectos levando em consideração os conceitos de mídia e comunicação, relacionados a atuação do professor (SPANHOL, 2009).

Assim, para Marinho (2016), entende-se que o professor deve ser visto como um educador, o qual deve se preocupar com vários aspectos referentes às práticas da educação. Sendo assim, saber mais sobre o meio de comunicação a partir do qual se vai realizar um determinado projeto é primordial para o sucesso do trabalho.

### **3.6.2 A importância da grade de horário na produção audiovisual para a EAD**

Para Marinho (2016), o audiovisual é um recurso importante na educação a distância, por isso é preciso tentar compreender como trabalhar uma parceria mais sã com o audiovisual. Por ser algo novo na educação, a produção de material didático audiovisual requer estudos que conduzam ao desenvolvimento de métodos de trabalho, procedimentos e outros pontos importantes, pois o sistema a distância sugere estudar por si mesmo, mas o aluno não está só; vale-se de um curso e de intercâmbio com instrutores e com uma organização de apoio (LANDIN, 1997, p. 14).

Portanto o trabalho realizado pelas instituições voltadas a EAD deve ser organizado de modo a atender às expectativas e anseios dos alunos. Assim, dentre muitos aspectos a serem considerados nesse contexto, cabe destacar a importância o trabalho que envolve a produção material didático audiovisual e pensar mecanismos para propor melhorias para os processos produtivos nesta área.

A EAD, em muitos aspectos pode ser considerada um investimento alto por demandar altos custos de implantação, mas após a implantação e com o planejamento de uso de recursos mais adequados, pode-se chegar a um custo de manutenção bem menor do que as escolas presenciais. No que concerne a produção de material audiovisual, isso pode ser ainda mais custoso para empresa. Por esse motivo, sabe-se que as empresas quando investem em estúdios, equipamentos ou equipes, todos estes recursos devem ser utilizados de forma a promover o melhor retorno possível para o investidor (MARINHO, 2016).

Nesse sentido, organizar grades horários de atendimentos em estúdios, por exemplo, pode ser de grande importância para otimizar recursos. Pois o problema de geração de grades horárias, se define como um melhor caminho para a fim de propiciar a melhor alocação das aulas de uma escola ou departamento de uma universidade, levando em consideração um conjunto restrito de horários, bem como um determinado período de tempo, para satisfazer um conjunto de restrições, ligadas ao número e disposição das aulas na grade horária e nas turmas, e à disponibilidade dos professores (CISCON, 2005).



## **4 MATERIAIS E MÉTODOS /METODOLOGIA**

### **4.1 METODOS DE PESQUISA**

As etapas para desenvolvimento do trabalho corresponderam à coleta de dados, modelagem matemática, implementação computacional. Assim, optou-se pela coleta de dados a partir da análise de documentos institucionais, pela observação *in loco*, e pela modelagem matemática a partir da utilização do algoritmo de mochila. E para implementação computacional optou-se pelo uso do solver, ferramenta do Excel, a qual auxiliou neste trabalho, dentro do âmbito do objeto de estudo a que ele se destina.

### **4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

Essa pesquisa buscou informações que subsidiassem a possível solução de um problema. Para tanto se entende-se que a natureza desta pesquisa é aplicada, pois busca desenvolver conhecimentos para aplicação prática, no que concerne a solucionar problemas inerentes à determinada realidade. Apesar de ter características de diferentes tipos de pesquisa, considera-se que esta pesquisa é eminentemente de cunho experimental, pois se desenvolve seguindo um planejamento rígido, tendo como etapas de pesquisa a formulação exata do problema, que dispõe de hipóteses, que delimitam as variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado (TRIVIÑOS, 1987). Assim, resumidamente, quanto a classificação da pesquisa, pode-se dizer que a natureza da pesquisa é aplicada, tendo objetivos exploratórios e descritivos, e uma abordagem quantitativa e qualitativa. Além disso, pode-se dizer que seus procedimentos serão de cunho experimental, mas também de estudo de caso.

### **4.3 ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi realizado em um Instituto de ensino técnico no estado do Amapá no município de Macapá, onde se realizou o estudo para o primeiro semestre de 2018, por meio da modelagem matemática da distribuição de grades horárias, delimitando-se o processo de produção audiovisual relacionado ao ensino a distância.

#### 4.4 COLETA E OBTENÇÃO DE DADOS

Os dados quali-quantitativos necessários para formulação da modelagem matemática foram obtidos por meio de documentos da instituição de ensino, bem como de dados disponíveis no site da instituição. Além disso, também foram obtidos dados *in loco*, a partir da observação das atividades de produção realizadas na instituição. Nesse sentido, a partir da obtenção e análise dos dados, e desses documentos junto a instituição tais como Planos Pedagógicos dos Cursos ofertados em EAD e Projeto de Extensão para Produção de Material Didático Audiovisual para EAD, foi possível extrair os dados sobre os cursos, e disciplinas a serem gravadas, bem como sobre a metodologia de trabalho da instituição no que se refere a produção de videoaulas para estes cursos.

Os dados levantados no site da instituição pesquisada revelaram que a instituição trabalha atualmente com 4 cursos a distância, Técnico em segurança do trabalho, Técnico em Manutenção e Suporte em Informática, Técnico em Informática para a Internet, e Técnico em Serviços Públicos. E a sua Carga Horária é distribuída em 3 ou 4 módulos de estudo, os quais foram devidamente organizados em seus Planos Pedagógicos dos Cursos. Além disso, foi possível verificar na pesquisa documental por meio do Projeto de Extensão para Produção de Material Didático Audiovisual para EAD da instituição, que a produção de videoaulas da mesma, é realizada com base em uma metodologia específica, a qual usa critérios relacionados a aspectos pedagógicos, técnicos e operacionais, e que também se baseia nas normas e regulamentações da própria instituição. Com relação as observações que foram realizadas na instituição, verificou-se que a rotina de trabalho relacionada a produção, depende diretamente dos recursos produtivos presentes na mesma, tais como profissionais especializados e equipamentos de trabalho (câmeras, microfones, etc), e portanto, com esta visão de trabalho em loco, pode-se compreender melhor que os aspectos sobre a jornada de trabalho dos profissionais envolvidos e até a quantidade de equipamento disponíveis na instituição influenciaram diretamente na organização da sua metodologia de trabalho.

Assim, a partir da obtenção dos dados, os mesmos foram organizados de forma a possibilitar o desenvolvimento do trabalho e a modelagem do problema.

Levando em consideração as disciplinas elencadas no primeiro modulo dos cursos relacionados nessa pesquisa. Além disso, a pesquisa levou em consideração aspectos relativos a metodologia de trabalho atualmente realizada pela instituição pesquisada, que envolve o seu processo produtivo audiovisual.

Nesse contexto os dados levantados levaram as etapas seguintes de desenvolvimento deste trabalho, e possibilitou, desta forma o desenvolvimento do modelo matemático, bem como a sua implementação computacional, e conseqüentemente a análise e discussão dos resultados.

#### 4.5 ANÁLISE DE DADOS/MODELAGEM

##### **4.5.1 Modelo e Restrições do Problema**

O problema proposto visou otimizar recursos em torno da produção de videoaulas, para atender a cursos à distância da melhor forma possível, levando em consideração as especificidades inerentes ao problema. E buscou encontrar a melhor distribuição possível para construir uma grade de horário que atendesse as necessidades de produção dos cursos técnicos e que fossem adequadas aos recursos disponíveis na instituição. Desse modo, entende-se que a função objetiva deve ser alcançada, de acordo com as premissas e restrições existentes no problema, de forma atender a necessidade da instituição como um todo.

Assim, o modelo foi feito para propor uma distribuição de carga horária dentro de um espaço de tempo determinado e se realizou com o objetivo de maximizar o uso da grade horária disponível para a produção de videoaulas. O modelo foi desenvolvido por meio de técnicas da Pesquisa Operacional utilizando a Programação Linear, com base em um método de análise combinatória. Mais especificamente, foi realizado um modelo de distribuição com base na Programação Inteira, no sentido de desenvolver um modelo matemático, otimizando a utilização de tempo de produção de videoaulas em cursos à distância de uma dada Instituição de Ensino Técnico e Tecnológico. Com isso, pretende-se otimizar a produção, utilizando como ferramenta a Modelagem matemática, Experimentos computacionais, e Análise de desempenho.

Logo, este trabalho permite encontrar uma melhor forma de distribuir os horários disponíveis em relação a demanda por gravação de videoaulas. Levando em consideração à demanda de produção, número de cursos a serem atendidos,

números de disciplinas a serem atendidas, carga horária de disciplinas a serem atendidas, número de vídeos a serem produzidos por disciplinas e tempo disponível para o processo produtivo.

## 4.6 MODELAGEM MATEMÁTICA

Nesta fase, está descrito com detalhes o problema abordado na pesquisa, e os conjuntos de entidades, a formulação matemática do modelo e a abordagem utilizada para a sua solução.

### 4.6.1 Apresentação do problema

#### 4.6.1.1 Descrição do Problema

Esta pesquisa se baseia em um estudo de caso das experiências da EAD de uma Escola Técnica do Estado do Amapá. Parte do princípio que é importante investigar a produção de videoaula na EAD, e como se dá o seu planejamento para atendimento à demanda. Para a amostra de estudo, delimitou-se em 4 cursos atualmente ofertados na modalidade EAD pela instituição. As grades de disciplinas e suas respectivas CHs (Carga Horária) estão disponíveis na tabela de 1 a 4 deste trabalho. Os documentos foram acessados na plataforma de educação a distância da instituição.

Tabela 1: Matriz curricular do curso técnico em segurança do trabalho, na forma subsequente, na modalidade a distância.

COMPONENTE CURRICULAR		C. H. PRESENCIAL	C. H.Á DISTÂNCI A	C. H. TOTAL
<b>MÓDULO I</b>	Metodologia em EaD	8	32	40
	Português	8	32	40
	Introdução à Segurança do Trabalho	8	32	40
	Controle de Qualidade	12	48	60
	Indústria da Construção	12	48	60
	Gestão da Segurança do Trabalho	12	48	60
	<b>SUBTOTAL</b>	60	240	300
<b>MÓDULO II</b>	Educação para Segurança do Trabalho	12	48	60

	Princípios de Tecnologia Industrial	12	48	60
	Conservação Ambiental	12	48	60
	Controle de Riscos e Sinistros	12	48	60
	Psicologia do Trabalho	12	48	60
	Segurança Agrícola e Rural	12	48	60
<b>SUBTOTAL</b>		72	288	360
<b>MÓDULO III</b>	Responsabilidade Civil e Criminal	12	48	60
	Segurança na Eletrotécnica	12	48	60
	Higiene no Trabalho	12	48	60
	Análise de Riscos	12	48	60
	Ergonomia	12	48	60
	Medicina do Trabalho e Primeiros Socorros	12	48	60
<b>SUBTOTAL</b>		72	288	360
<b>MÓDULO IV</b>	Ética e Cidadania	8	32	40
	EPI e EPC	8	32	40
	Toxicologia	8	32	40
	Direito do Trabalho	8	32	40
	Epidemiologia em Segurança do Trabalho	8	32	40
	Práticas em Saúde e Segurança do Trabalho	8	32	40
<b>SUBTOTAL</b>		48	192	240
<b>TOTAL DE HORAS/AULAS DA FORMAÇÃO PROFISSIONAL</b>				1.260
<b>PRÁTICA PROFISSIONAL: (ESTÁGIO NÃO OBRIGATÓRIO E ATIVIDADES COMPLEMENTARES)</b>				50
<b>TOTAL GERAL DE CARGA HORÁRIA DO CURSO</b>				1.310

Fonte: Instituição Pesquisada

Tabela 2: Matriz curricular do Curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática, na forma subsequente, na modalidade a distância

<b>COMPONENTE CURRICULAR</b>	<b>C. H. PRESENCIAL</b>	<b>C. H. À DISTÂNCIA</b>	<b>C. H. TOTAL</b>
<b>MÓDULO I</b>			
Aplicativos de Escritório	15	45	60
Introdução à Computação	15	45	60
Ética Profissional e Relações Interpessoais	8	22	30
Português Instrumental	8	22	30
Introdução a Software Livre	15	45	60

	Fundamentos da Física	15	45	60
	Periféricos e Suprimentos	15	45	60
<b>SUBTOTAL</b>		91	269	360
<b>MÓDULO II</b>	Fundamentos Redes de Computadores	15	45	60
	Inglês para Informática	10	30	40
	Empreendedorismo	5	15	20
	Introdução a Software Proprietário	8	22	30
	Montagem e Manutenção de Computadores	25	65	90
	Fundamentos de Web Design e Formatação de Imagem	15	45	60
	Fundamentos de Eletricidade	15	45	60
<b>SUBTOTAL</b>		93	267	360
<b>MÓDULO III</b>	Higiene e Segurança no Trabalho	15	45	60
	Metodologia de Projeto Técnico	8	22	30
	Software de Análise e Monitoramento de Hardware	15	45	60
	Software de Segurança da Informação	15	45	60
	Metodologia de Pesquisa	8	22	30
	Protocolos e Serviços de Redes	15	45	60
	Cabeamento de Redes Computadores	15	45	60
<b>SUBTOTAL</b>		91	269	360
<b>TOTAL DE HORAS/AULAS DA FORMAÇÃO PROFISSIONAL</b>		275	805	1.080
<b>PRÁTICA PROFISSIONAL: (ESTÁGIO NÃO OBRIGATÓRIO E ATIVIDADES COMPLEMENTARES)</b>				50
<b>TOTAL GERAL DE CARGA HORÁRIA DO CURSO</b>				1.130

Fonte: Instituição Pesquisada

Tabela 3: Matriz curricular do Curso Técnico em Informática para a Internet, na forma subsequente, na modalidade a distância

<b>COMPONENTE CURRICULAR</b>		<b>C. H. PRESENCIAL</b>	<b>C. HÁ DISTÂNCIA</b>	<b>C. H. TOTAL</b>
<b>MÓDULO I</b>	Aplicativos de Escritório	15	45	60

	Introdução à Computação	15	45	60
	Inglês para Informática	15	45	60
	Português Instrumental	15	45	60
	Introdução a Linguagem de Programação	15	45	60
	Fundamentos de Redes de Computadores	15	45	60
<b>SUBTOTAL</b>		90	270	360
<b>MÓDULO II</b>	Fundamentos de Desenvolvimento WEB	15	45	60
	Linguagem de Programação	15	45	60
	Empreendedorismo	15	45	60
	Fundamentos de Banco de dados	15	45	60
	Ética e Legislação	15	45	60
	Fundamentos de Web Design e Formatação de Imagem	15	45	60
<b>SUBTOTAL</b>		90	270	360
<b>MÓDULO III</b>	Banco de Dados	15	45	60
	Técnicas Avançadas de Design	15	45	60
	Metodologia de Projeto Técnico	15	45	60
	Técnicas Avançadas de Programação WEB	15	45	60
	Análise de Sistemas	15	45	60
	Programação Orientada a Objetos	15	45	60
<b>SUBTOTAL</b>		90	270	360
<b>TOTAL DE HORAS/AULAS DA FORMAÇÃO PROFISSIONAL</b>		270	810	1.080
<b>PRÁTICA PROFISSIONAL: (ESTÁGIO NÃO OBRIGATÓRIO E ATIVIDADES COMPLEMENTARES)</b>				50
<b>TOTAL GERAL DE CARGA HORÁRIA DO CURSO</b>				1.130

Fonte: Instituição Pesquisada

Tabela 4: Matriz curricular do Curso Técnico em Serviços Públicos, na forma subsequente, na modalidade a distância

<b>COMPONENTE CURRICULAR</b>	<b>C. H. PRESENCIAL</b>	<b>C. H. A DISTÂNCIA</b>	<b>C. H. TOTAL</b>
<b>MÓDULO I</b> Noções de Administração Pública	8	32	40

	Redação de Documentos Oficiais	8	32	40
	Gestão de Documentos e Arquivística	8	32	40
	Introdução à Economia	8	32	40
	Introdução ao Direito Administrativo	8	32	40
	Marketing Público	8	32	40
<b>SUBTOTAL</b>		<b>48</b>	<b>192</b>	<b>240</b>
<b>MÓDULO II</b>	Recursos Humanos na Administração Pública	8	32	40
	Sociologia	8	32	40
	Psicologia das Relações Humanas	8	32	40
	Noções de Direito Tributário	8	32	40
	Orçamento Público	8	32	40
	Gestão Participativa	8	32	40
<b>SUBTOTAL</b>		<b>48</b>	<b>192</b>	<b>240</b>
<b>MÓDULO III</b>	Noções de Contabilidade Pública	8	32	40
	Controle Interno e Externo da Administração Pública	8	32	40
	Licitações	8	32	40
	Gestão de projetos	8	32	40
	Gestão do Patrimônio Público	8	32	40
	Contratos e Convênios na Administração Pública	8	32	40
<b>SUBTOTAL</b>		<b>48</b>	<b>192</b>	<b>240</b>
<b>MÓDULO IV</b>	Cidadania e Sustentabilidade Sócio Ambiental	8	32	40
	Cerimonial, Protocolo e Eventos	8	32	40
	Ética no Setor Público	8	32	40
	Prestação de Contas e Lei de Responsabilidade Fiscal	8	32	40
	Plano Diretor	8	32	40
	Gestão Pública Contemporânea Brasileira	8	32	40
<b>SUBTOTAL</b>		<b>48</b>	<b>192</b>	<b>240</b>
<b>TOTAL DE HORAS/AULAS DA FORMAÇÃO PROFISSIONAL</b>		<b>192</b>	<b>768</b>	<b>960</b>
<b>PRÁTICA PROFISSIONAL: (ESTÁGIO NÃO OBRIGATÓRIO E ATIVIDADES COMPLEMENTARES)</b>				<b>50</b>
<b>TOTAL GERAL DE CARGA HORÁRIA DO CURSO</b>				<b>1.010</b>

Fonte: Instituição Pesquisada



A partir dos documentos institucionais estudados, observou-se que instituição trabalha atualmente com cursos presenciais e a distância, mas a mesma precisa organizar seu planejamento de modo que atenda a 4 cursos de EAD. No entanto, este modelo foi realizado no sentido de programar o atendimento apenas do 1º semestre destes cursos, o que corresponde a um atendimento de 25 disciplinas, que somam uma CH de 971 horas.

Com base no que foi levantado, verificou-se que na instituição, a Produção do Material Didático audiovisual para EAD, é produzida conforme a carga horária do componente curricular em questão, sendo que cada bloco corresponde didaticamente a 15 horas aulas. E cada bloco ou unidade de estudo contará com 4 videoaulas. Uma videoaula terá tempo de gravação de (50 min). Com produto final editado de (15 min) no máximo. Considerando a previsão tempo, é possível atender 03 (três) gravações por turno, sendo que a produção ocorre apenas nos turnos da manhã e tarde, e se dá dentro de uma rotina de produção que envolve: Setup Inicial - Organização inicial do trabalho (montagem de equipamento, orientações iniciais a equipe e professores); Setup- Ajustes de trabalho (montagem de equipamento, orientações a equipe e professores); e Setup Final- Organização final do trabalho (desmontagem de equipamento, orientações finais a equipe e professores). Além disso, as gravações só podem ocorrer de 15 em 15 dias, 2 dias por semana. Logo, levando em consideração as informações relacionadas e que as gravação de um semestre ocorrem ao longo de 5 meses para gravação, tem-se a capacidade total de produção desta escola de 120 vídeos, que atende um total de 450 horas aula EAD. Na tabela 5 é apresentado a grade horária de produção de vídeos.

Tabela 5: Grade Horário de Produção

GRADE HORÁRIO DE PRODUÇÃO					
	Segunda	Terça – feira	Quarta- feira	Quinta- feira	Sexta- feira
08 às 09h				Setup Inicial	Setup Inicial
09 às 09:50h				<b>Produção</b>	<b>Produção</b>
09:50 às 10h				<b>Setup</b>	<b>Setup</b>
10 às 10:50h				<b>Produção</b>	<b>Produção</b>
10:50 às 11h				Setup	Setup

11 às 11:50h				<b>Produção</b>	<b>Produção</b>
11:50 às 12h				Setup	Setup
12 às 13h				INTERVALO	INTERVALO
13 às 13:10h				Setup	Setup
13:10 às 14h				<b>Produção</b>	<b>Produção</b>
14 às 14:10h				Setup	Setup
14:10 às 15h				<b>Produção</b>	<b>Produção</b>
15 às 15:10h				Setup	Setup
15:10 às 16h				<b>Produção</b>	<b>Produção</b>
16 às 17h				Setup Final	Setup Final

Fonte: Projeto de Extensão da Instituição

Foi verificado a necessidade de otimizar o tempo, sendo que um dos caminhos é desenvolver modelo matemático para otimizar o tempo de produção, no que tange aos problemas de distribuição de tempo de produção em relação a demanda, levando em conta algumas especificidades. Todavia somente foi possível analisar melhor a eficiência dessas ou outras opções, por meio de uma simulação mais precisa com dados da instituição, que foram organizados em planilha do Excel, de modo sistematizado, para viabilizar a clara observação das variáveis a serem utilizadas no problema.

#### 4.6.2 Formulação matemática e soluções

Identificou-se como variáveis para o problema as disciplinas e suas respectivas cargas horárias, que foram apresentadas nos documentos já dispostos nas tabelas 1 a 4. Também elaborou-se uma organização de equivalência de CH em relação ao número de videoaulas que seriam gravadas, levando em consideração a metodologia definida pela instituição. Além disso, é importante mencionar que para tabular os dados, foi considerada a CH de aulas a distância, ou seja, se a disciplina tinha 40 horas, sendo 32 horas a distância, e a cada 15 horas, estava determinado que se gravasse um bloco com 4 vídeos. E então, é possível observar nesse caso, para 32 horas aula a distância, teria uma demanda por 2 blocos de 4 videoaulas. Ou seja, geraria a necessidade de gravar 8 videoaulas para atender a esta disciplina. Essas observações podem ser verificadas nas tabelas 6 a 9.

Tabela 6: Organização dos dados da disciplina do Curso 1 Segurança no Trabalho

Disciplinas do Curso 1- Seg. Trabalho	CH TOTAL	CH EAD	Nº VIDEOAULAS
Metodologia em EaD	40	32	8
Português	40	32	8
Introdução à Segurança do Trabalho	40	32	8
Controle de Qualidade	60	48	12
Indústria da Construção	60	48	12
Gestão da Segurança do Trabalho	60	48	12
<b>Subtotal</b>	<b>300</b>	<b>240</b>	<b>60</b>

Fonte: Autora com base nos dados da instituição estudada

Tabela 7: Organização dos dados da disciplina do Curso 2 Manutenção e Suporte em Informática

Disciplinas do Curso 2- Man. e Sup. em Informática	CH TOTAL	CH EAD	Nº VIDEOAULAS
Aplicativos de Escritório	60	45	12
Introdução à Computação	60	45	12
Ética Profissional e Relações Interpessoais	30	22	6
Português Instrumental	30	22	6
Introdução a Software Livre	60	45	12
Fundamentos da Física	60	45	12
Periféricos e Suprimentos	60	45	12
<b>Subtotal</b>	<b>360</b>	<b>269</b>	<b>72</b>

Fonte: Autora com base nos dados da instituição estudada

Tabela 8: Organização dos dados da disciplina do Curso 3 Informática para internet

Disciplina Curso 3- Informática para a Internet	CH TOTAL	CH EAD	Nº VIDEOAULAS
Aplicativos de Escritório	60	45	12
Introdução à Computação	60	45	12
Inglês para Informática	60	45	12
Português Instrumental	60	45	12
Introdução a Linguagem de Programação	60	45	12
Fundamentos de Redes de Computadores	60	45	12
<b>Subtotal</b>	<b>360</b>	<b>270</b>	<b>72</b>

Fonte: Autora com base nos dados da instituição estudada

Tabela 9: Organização dos dados da disciplina do Curso 4 Serviços Públicos

Disciplina do Curso 4- Serviços Públicos	CH TOTAL	CH EAD	Nº VIDEOAULAS
Noções de Administração Pública	40	32	8
Redação de Documentos Oficiais	40	32	8

Gestão de Documentos e Arquivística	40	32	8
Introdução à Economia	40	32	8
Introdução ao Direito Administrativo	40	32	8
Marketing Público	40	32	8
Subtotal	240	192	48

Fonte: Autora com base nos dados da instituição estudada

Com base nas informações coletadas, foram realizados testes iniciais. Os mesmos foram realizados, com base no entendimento de que a solução do problema poderia ser encontrada pensando-se que o tempo disponível na grade horária eram os meses disponíveis para a gravação e que as atividades a serem alocadas nos mesmos eram as cargas horárias de disciplinas que no problema seriam associadas à sua equivalência em demanda por videoaulas. Dessa forma, foi possível analisar diante da situação apresentada, qual a capacidade de atendimento da demanda mediante as restrições de tempo e capacidade apresentadas. E por fim, gerar a possibilidade de tomada de decisão sobre o problema.

Assim, foi proposta uma forma de abordar o problema que possibilitasse a sua solução, que se daria pela alocação das disciplinas possíveis dentro da capacidade de produção da instituição. Ou seja, maximizar a utilidade do tempo de produção disponível em relação a demanda total, sujeito a restrição de capacidade de produção, que não pode ser ultrapassada.

Assim, realizou-se o modelo de knapsak problem (Problema de Mochila). A seguir são apresentados os parâmetros e conjuntos de dados do problema de capacidade. Os conjuntos de dados representam as entidades que são modeladas, e os parâmetros, as condições que o modelo deve respeitar.

- **Modelo: knapsak problem (Problema de Mochila)**
- **Objetivo: Atender a restrição de capacidade de produção**
- **Síntese do enunciado:**

Uma instituição deseja escolher quais disciplinas terão seus vídeos produzidos para atender aos 4 cursos que oferta. Para tanto, precisa maximizar a utilidade total da grade horária de produção, e escolhendo corretamente as disciplinas. Para a formulação do problema, as disciplinas, foram denominadas como objeto (j). E as suas cargas horárias foram consideradas no problema como peso que deverá ser alocado na mochila (pj). Para cada possível objeto, ou carga horária, se atribui uma

nota em função da sua utilidade. Para classificar sua utilidade, foram utilizadas a quantidade de videoaulas a serem produzidas em relação à carga horária da disciplina. Assim, o número de vídeos a serem produzidos por disciplina foi considerado no problema como a utilidade do objeto ( $c_j$ ). A capacidade máxima da mochila ( $C_{max}$ ) foi a capacidade máxima de produção de vídeos dentro de um período de 5 meses. No caso desse problema, a restrição se apresenta na capacidade de produção, que no caso é de 120 vídeos, o que atenderia ao máximo de 450 horas aula por semestre. No entanto, a demanda por gravação chega a 971 horas-aulas. Assim, o modelo deverá selecionar as melhores opções a serem alocadas na mochila. As disciplinas que serão gravadas, conforme a carga horária possível de produção em relação a demanda. Assim tem-se o seguinte modelo:

#### **Parâmetros do modelo:**

$c_j$  = utilidade do objeto  $j$  (valor)

$p_j$  = peso do objeto  $j$

$C_{max}$  = capacidade da mochila

#### **Variáveis de decisão:**

$X_j = 1$  se o objeto vai para a mochila

0 caso contrário

#### **Em que o índice $j$ corresponde a:**

$j = 1$  (Disciplina 1) ,  $2$  (Disciplina 2), ...25 (Disciplina 25)

#### **Formulação matemática:**

$$F_{obj} = \max z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n p_j x_j \leq c_{max}$$

$$X_j \in \{0,1\}$$

### Função objetiva:

A função objetivo busca maximizar a utilidade total da grade horária:

$$F_{obj} = \max z = 8x_1 + 8x_2 + 8x_3 + 12x_4 + 12x_5 + 12x_6 + 12x_7 + 12x_8 + 6x_9 + 6x_{10} + 12x_{11} + 12x_{12} + 12x_{13} + 12x_{14} + 12x_{15} + 12x_{16} + 12x_{17} + 12x_{18} + 12x_{19} + 8x_{20} + 8x_{21} + 8x_{22} + 8x_{23} + 8x_{24} + 8x_{25}$$

Restrições do modelo estão especificadas a seguir:

$$1) 32x_1 + 32x_2 + 32x_3 + 48x_4 + 48x_5 + 48x_6 + 45x_7 + 45x_8 + 22x_9 + 22x_{10} + 45x_{11} + 45x_{12} + 45x_{13} + 45x_{14} + 45x_{15} + 45x_{16} + 45x_{17} + 45x_{18} + 45x_{19} + 32x_{20} + 32x_{21} + 32x_{22} + 32x_{23} + 32x_{24} + 32x_{25} \leq 450$$

2) As variáveis de decisão são binárias:

$$X_j \in \{0,1\}$$

O modelo apresentado tem como objetivo, maximizar a utilidade total da grade horária, a fim de ajustar a capacidade de produção pela demanda por videoaulas. Nesse modelo, tem-se como objetos do problema as disciplinas de 1 a 25, que deverão ser atendidas. E o valor, ou seja, a sua utilidade é representado pelo número de vídeos a serem gravados em relação à carga horária EAD da disciplina. E essa carga horária, no problema, representa o peso de cada objeto no problema. Assim, associando, à seleção dos objetos, ao seu peso e utilidade, o problema deve selecionar aqueles objetos que preencherão a mochila. Os dados podem ser melhor observados abaixo na Tabela 10.

Tabela 10: Dados do problema

Objeto	Valor (V) (Número de vídeos)	Peso (P) (CH da disciplina)
1	8	32
2	8	32
3	8	32
4	12	48
5	12	48
6	12	48
7	12	45

8	12	45
9	6	22
10	6	22
11	12	45
12	12	45
13	12	45
14	12	45
15	12	45
16	12	45
17	12	45
18	12	45
19	12	45
20	8	32
21	8	32
22	8	32
23	8	32
24	8	32
25	8	32
	252	971

Fonte: Autora

Como se pode observar na tabela acima, a demanda requerida no semestre 2018/1 é superior à capacidade de produção de vídeos, que é de 120 unidades/vídeos, ou 450 horas aula. Assim, o modelo foi montado, considerando que o resultado do peso da mochila seria a somatória das cargas horárias referentes aos objetos selecionados. E a máxima utilização (Max z) seria a somatória de seus valores ou utilidades que, nesse caso, é representado pelo número de vídeos que somados apresentam, sua máxima utilização possível, dentro das restrições apresentadas. Pois o peso máximo da mochila deveria ser menor ou igual a sua capacidade total de carga horária de 450 horas. O modelo foi resolvido pela ferramenta do Excel.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para resolução do problema apresentado neste trabalho, foi utilizado algoritmo de mochila, usando dados já descritos. Os parâmetros do problema foram ajustados no solver, que por meio de análise computacional, encontrou a solução de número inteiro dentro da tolerância. Todas as restrições foram satisfeitas. Assim, a partir dos dados descritos e processados no Excel, com o auxílio do solver, chegou-se a seguinte solução disposta na Tabela 11.

Tabela 11: Solução processada pelo Excel para o sistema usado

Objeto (Disciplina)	Valor (V) (Número de vídeos)	Peso (P) (CH EAD da disciplina)	Objeto selecionado $X_j$	$P_j \times X_j$ (Peso da mochila x Objeto Selecionado)
1	8	32	0	0
2	8	32	0	0
3	8	32	0	0
4	12	48	0	0
5	12	48	0	0
6	12	48	0	0
7	12	45	1	45
8	12	45	1	45
9	6	22	1	22
10	6	22	1	22
11	12	45	1	45
12	12	45	1	45
13	12	45	1	45
14	12	45	1	45
15	12	45	0	0
16	12	45	1	45
17	12	45	1	45
18	12	45	0	0
19	12	45	1	45
20	8	32	0	0
21	8	32	0	0
22	8	32	0	0
23	8	32	0	0
24	8	32	0	0
25	8	32	0	0
	252	971		



<b>Peso da Mochila</b>		<b>Capacidade da mochila</b>
449	<=	450
Max z ( utilização)	120	

Fonte: Autora

O modelo demonstrou que a produção atingiu sua máxima utilização ao alcançar a produção de 120 videoaulas e atendendo a um total de 449 horas aulas dos cursos demandantes, encontrando um resultado que excluía 14 disciplinas do cronograma de execução.

Além disso, foi simulado um sistema alternativo para melhorias do atendimento à demanda, que utilizou o dobro do tempo em relação ao sistema utilizado atualmente pela instituição. O resultado deste processamento, é que o atendimento teve maior êxito. Assim, verifica-se que esta solução atenderia melhor a instituição, levando em consideração os meios de produção que esta apresenta, como se observa na tabela 12.

Tabela 12: Solução processada pelo Excel para o sistema alternativo proposto

Objeto (Disciplina)	Valor (V) (Número de vídeos)	Peso (P) (CH EAD da disciplina)	Objeto selecionado Xj	Pj x Xj (Peso da mochila x Objeto Selecionado)
1	8	32	1	32
2	8	32	1	32
3	8	32	1	32
4	12	48	0	0
5	12	48	1	48
6	12	48	1	48
7	12	45	1	45
8	12	45	1	45
9	6	22	1	22
10	6	22	1	22
11	12	45	1	45
12	12	45	1	45
13	12	45	1	45
14	12	45	1	45

15	12	45	1	45
16	12	45	1	45
17	12	45	1	45
18	12	45	1	45
19	12	45	1	45
20	8	32	1	32
21	8	32	1	32
22	8	32	1	32
23	8	32	1	32
24	8	32	1	32
25	8	32	0	0
	252	971		

<b>Peso da Mochila</b>		<b>Capacidade .da mochila</b>
891	<=	900
Max z ( utilização)	232	

Fonte: Autora

Com o resultado exposto, pode-se fazer a tabulação de dados, demonstrando de forma comparativa o resultado e eficiência do sistema usado pela instituição.

Tabela 13: Comparação dos dados resultados obtidos

	Sistema usado	Sistema Proposto
Número de vídeo demandados	252	252
Peso demandado para a mochila em horas	971	971
Tempo para produção em meses	5	10
Número de vídeos atendidos	120	232
Capacidade total da Mochila em horas	450	900
Peso da Mochila	449	891
Eficiência do Sistema (%)	47,6	95,2

Fonte: Autora

Para efeito de estudos acadêmicos, sobre o problema de grade de horário, entende-se que este modelo possibilitou que se chegasse a uma resposta para o

problema, desenvolvendo um modelo matemático que propiciou como se dá a distribuição do tempo disponível em relação à demanda, levando em consideração às especificidades existentes. Pois, entende-se como o tempo de grade horária ( 5 meses) que se tem para gravar as videoaulas demandadas, e as restrições são relativas à capacidade de produção.

De forma mais abrangente, percebe-se que com este estudo foi possível então prever o que poderia ou não se encaixar dentro deste sistema, possibilitando uma visão mais clara da situação. Demonstrando a CH que melhor se encaixa no tempo disponível de produção. O que subsidia, de certo, a tomada de decisão em relação ao que se apresenta.

Nesse caso, essa tomada de decisão envolve os gestores. As decisões a serem tomadas nesse sentido, poderiam ser de várias naturezas, pois os gestores poderiam decidir sobre quais disciplinas seriam excluídas, ou mesmo rever a possibilidade de aumentar a capacidade de produção, o que significaria, dentro de suas características, um aumento em seu tempo de produção, por exemplo, o que foi demonstrado no exemplo da Tabela 12. É importante atentar para o fato de que, no exemplo apresentado, foi verificado apenas em quanto tempo poderia se ter um resultado melhor para o atendimento à demanda dentro do contexto atual de capacidade de produção institucional, não interferindo no sistema que a instituição possui atualmente, pois no caso de mudanças o ideal seria, que para atender o prazo de 5 meses para produção, a empresa aumentasse o número de dias por mês destinados à produção, que aumentaria de 4 para 8 dias por exemplo, ou mesmo aumentasse o número de equipamentos, e salas para atendimento, no caso de permanecer com o mesmo número de dias voltados para a produção. De qualquer forma, ambas as saídas demandariam aumentar recursos produtivos voltados para a atividade, seja de tempo, ou mesmo de investimentos materiais e financeiros.

Como foi possível observar, a programação matemática é importante em problemas como este, pois segundo Dorfman (1996), ela foca na melhor escolha ou tomada de decisão do ponto de vista econômico para a empresa. Assim, a mesma objetiva determinar os níveis ótimos dos processos produtivos em determinadas circunstâncias. Tendo em vista, a relação produtiva, de processos, pode-se também levar a discussão teórica para o ponto de vista de um problema elementar de produção.

Nesse sentido, é notória a importância da Pesquisa operacional na engenharia de produção, pois possibilita o melhor uso de programas de modelagem e simulação dentro do planejamento e execução de processos produtivos, sendo capaz de gerir recursos de forma mais salutar, bem como determinar probabilidades variadas para realização do processo, e gerando resultados que levam a uma tomada de decisão com base em modelos mais precisos de processo produtivo. Logo, dentro do contexto da dinâmica do mercado atual, onde se tem uma competição latente em vários sentidos, verifica-se que ter acesso a ferramentas de modelagem e simulação, é imprescindível no sentido de ser um diferencial para o sucesso da empresa.

E as instituições, nesse sentido, podem e devem se apropriar desses métodos, para melhor gerir os recursos de produção inerentes à sua área de atuação. E levando em conta os aspectos importantes que influenciam no seu trabalho, principalmente relativos ao melhor planejamento das grades horárias, em seus vários sentidos, pois é importante frisar, que a educação está em amplo desenvolvimento, e a que a tecnologia vem trazendo ainda mais desafios. Como este relativo a grade horária para produção de material didático audiovisual, mais conhecidos como videoaulas, ou outros tantos mais.

## 6 CONCLUSÕES

A partir do estudo foi possível verificar que, com a aplicação da modelagem matemática pode-se prever como solucionar aspectos que poderiam gerar problemas no processo produtivo, como a capacidade de produção ser inferior à demanda.

Além disso, foi possível verificar que uma possível solução para o problema foi dado pelo modelo da mochila, pelo qual se podem mensurar a capacidade e definir estratégia para a locação dos recursos destinados à produção.

A técnica de solução se mostrou satisfatória em relação ao problema proposto no trabalho, sendo capaz de encontrar a melhor resposta possível diante das restrições apresentadas. Da forma como foi implementado, o algoritmo é capaz de chegar a soluções boas e ótimas, com possibilidades de ajustes de parâmetros como por exemplo, o das restrições e pode gerar resultados que podem ser comparados quanto à sua eficiência e atendimento à demanda.

Para um trabalho futuro, o algoritmo pode ser modificado, por meio do acréscimo de mochilas ao sistema, compondo um problema de mochilas múltiplas que poderá demonstrar mais especificadamente a alocação de cada disciplina dentro do período proposto, sendo que, para tanto, cada mochila representaria 1 mês de produção. Dessa forma, será possível fazer uma distribuição das disciplinas ao longo do período previsto especificando o mês em que ela deverá ser gravada.

Logo, conclui-se que foi importante realizar estudos teóricos e experimentais a respeito do tema proposto. Na medida em que o aprofundamento dos estudos revelaram melhor os caminhos a serem seguidos para a construção do referido modelo, possibilitando assim a sua eficácia em relação à busca da solução para a problemática.

## 7 REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. R. L., SCARPIN, C. T., & STEINER, M. T. A. (2012). **Geração da grade horária do curso de engenharia de produção da UFPR através de programação linear binária.** Anais Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Nº44<sup>o</sup>, p. 1052-1063, 2012.

BARCELOS, B. O; EVANGELISTA; M. L. S.; SEGATTO, S. S. **A importância e a aplicação da pesquisa operacional nos cursos de graduação em administração.** RACE, Unoesc, v. 11, n. 2, p. 381-406, 2012.

BASSANEZI, R.C. **Ensino – aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.** Contexto. 4 Ed. São Paulo, 2014.

BIEMBENGUT, M.S & HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino.** Contexto. 3 ed. São Paulo, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Secretaria de Educação a Distância. **Referenciais para elaboração de Material Didático para EAD no Ensino Profissional e Tecnológico.** Brasília, DF, 2007.

BUCCO, G; BORNIA-POULSEN, C. J; BANDEIRA, D. L. **Desenvolvimento de um modelo de programação linear para o Problema da Construção de Grades Horárias em Universidades.** Gest. Prod., v. 24, p. 40-49, 2017.

CALDAS, Ruitter Braga. **Projeto e Análise de Algoritmos.** Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Exatas Departamento de Ciência da Computação. Belo Horizonte, MG, 2004. Trabalho. Disponível em: <http://www.dcc.ufmg.br/ruiter/paatp2>.

CARDOSO, Andréa. **Fundamentos da Pesquisa Operacional.** UNIFAL-MG Fevereiro 2011. Disponível em: <http://www.unifal-mg.edu.br/matematica/files/file/po.pdf>.

CISCON, L A, OLIVEIRA, A.C; HIPÓLITO, T.R; ALVARENGA, G.B; ROULLIER, A.C. **O Problema de Geração de Horários Escolares: Um foco na Eliminação de Janelas e Aulas Isoladas.** SBPO Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Gramado/RS, 2005. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2005/pdf/arq0061.pdf>.

COLIN, E. C. **Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas.** LTC. Rio de Janeiro, 2007.

CORMEN, T.H; LEISERSON, C, E; RIVEST, R.L; Stein, C. **Algoritmos: Teoria e Prática.** Campus. 6 ed. Rio de Janeiro, 2002.

CARTER, M. W; LAPORTE, G. **Recent developments in practical course timetabling.** Second International Conference, N. 97, p. 3-19, Toronto, Canada, 1998. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/BFb0055877> .

DORFMAN, Robert. **Programação Linear ou Programação Matemática (uma exposição não matemática)**. RAE- Revista de Administração de Empresas, V. 6, n. 19, p.115-155, 1966.

FERREIRA FILHO, V. J. M.; IGNÁCIO, A. A. V. **O uso de software de modelagem aimms na solução de problemas de programação matemática**. Pesquisa Operacional, v.24, n.1, p.197-210, 2004.

FERRES, Joan. **Vídeo e Educação**. Artmed Editora, 2 ed., Porto Alegre, 1996.

FRAZÃO, CMFQ; MEDEIROS, ABA; SILVA, FBBL; SÁ, JD; LIRA ALBC. **Diagnósticos de enfermagem em pacientes renais crônicos em hemodiálise**. Acta Paulista de Enfermagem. Acta Paulista de Enfermagem, vol. 27, N. 1, p. 40-43, 2014.

GÓES, A. R. T; COSTA, D. M. B.; STEINER, M.TA. **Otimização na programação de horários de professores/turmas: Modelo Matemático, Abordagem Heurística e Método Misto**. Revista Eletrônica SISTEMAS & GESTÃO, v. 5, n. 1, p. 50-66, 2010.

GOLDBARG, M. C.; LUNA, H. P. L. **Otimização Combinatória e Programação Linear: modelos e algoritmos**. Editora Campus, 2a Ed, Rio de Janeiro-RJ, 2005.

JUNIOR ET AL. **Análise de um sistema de carregamento de madeiras com auxílio da simulação computacional: um estudo de caso**. Tekhne e Logos, Botucatu, v.7, n.1, p. 47-56, 2016.

LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões**, 3.ed. Rio de Janeiro : Editora Campus Elsvier, 2007.

LANDIN, C. M. das M. P. F. **Educação a distância: algumas considerações**. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 1997.

LUKASSE, P; MIRANDA, G. **Eleição do método: uma forma de melhorar o desempenho de solvers usando cortes de Gomory**. XXXXVI- SBPO, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2004/pdf/arq0100.pdf>.

MARINHO, N. F.S.; ANDRADE, V. Z. **Procedimentos metodológicos para produção de videoaula na educação a distância**. Macapá, 2016. 17f. TCC do Curso de Pós Graduação em Metodologia do Ensino Superior e EAD. FAEL.

MARTINS, J. P. **O Problema do Agendamento Semanal de Aulas**. Goiânia, 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás Instituto de Informática.

MELLO, B.A. **Modelagem e simulação de sistemas**. Santo Ângelo, 2007.

MIRSHAWKA, V. **Aplicações de pesquisa operacional**. Editora Nobel, Local, 1981.

MOORE, J.; WEATHERFORD, L. **Tomada de decisão em administração com**

**planilhas eletrônicas.**Bookman. Porto Alegre, 2005.

MOORE, M.G. **Recent contributions to the theory of distance education.**Open Learning, v.5, p.10-15, 1990.

NISKIER, A. **Educação a distância: a tecnologia da esperança.**Ed. Loyola. São Paulo, 2000.

PINHEIRO, P.R; OLIVEIRA, J.A. **Um ambiente de apoio a construção de horário escolar na WEB, modelagem implementação e aplicação nas escolas de ensino médio.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, XXXIII, Campos do Jordão, 2001. Disponível em: <http://cienciaparaeducacao.org>.

PIRES, M. **Programação Matemática.** Apostila Licenciatura em Matemática. Porto Alegre, 2006.

POLON, P. E.; ANDRADE, C M; PARAÍSO, G. P. R; JORGE, L. M. M. **Utilização de planilha eletrônica na resolução de problemas de planejamento e programação da produção.** Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Passo Fundo, 2006. Disponível em: [http://198.136.59.239/~abengeorg/CobengeAnteriores/2006/artigos/1\\_207\\_804.pdf](http://198.136.59.239/~abengeorg/CobengeAnteriores/2006/artigos/1_207_804.pdf)

REHFELDT, M. J. **Uma heurística aplicada a um problema de escalonamento na indústria calçadista.** 2001. 122 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre.

RIBEIRO, D. M.; AIZEMBERG L.; UCHOA, E. **Geração de grade de horários para disciplinas de uma instituição de nível superior utilizando programação linear inteira multiobjetivo.** XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Natal, 2013. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0392.pdf>.

SANTOS, R.F; SOUZA JUNIOR, E.C; BOUZADA, M.A.C. **A aplicação da programação inteira na solução logística do transporte de carga: o solver e suas limitações na busca pela solução ótima.** Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.12, n. 1, p. 185-204, jan./mar. 2012.

SILVA, Renan Samuel da, ALVES, Omir.**Análise de Métodos de Solução de Problemas de Programação Linear Inteira.** Seminário de Iniciação Científica. 26º, Santa Catarina, 2016. Disponível em: [http://www1.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/2551/13.pdf](http://www1.udesc.br/arquivos/id_submenu/2551/13.pdf).

SPANHOL, G. K.; SPANHOL, F. J. **Processo de Produção de Vídeo-Aula.** Santa Catarina, 2009. Disponível em: [http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/jul2009/apresentacoes/1a\\_GreicyVideoAula.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/jul2009/apresentacoes/1a_GreicyVideoAula.pdf).

SPINDLER, Morgan. **Uma proposta de solução para problemas de horário educacional utilizando busca dispersa e reconexão por caminhos.**2010. f. 85. Dissertação de Mestrado, Universidade do Vale do rio dos Sinos, São Leopoldo.

SCHAERF, A. **A survey of automated timetabling.***Artificial*



*IntelligenceReview*, Volume 13. USA, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1006576209967>.

TIWARI, N. K.; SANDILYA, S. K. **Operations Research**. Prentice-Hall of India. New Delhi, 2006.

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