

## APLICAÇÃO DE ELEMENTOS DE LINGUAGEM EM MODELAGEM GMAS DURANTE O CURSO DE ENGENHARIA

*Kelliany Medeiros Costa – kellianymceng@gmail.com*  
*Universidade Federal de Sergipe*  
*Av. Marechal Rondon*  
*49100-000 – São Cristóvão– Sergipe*

*Taís Pereira da Luz – luz.tais@hotmail.com*  
*Universidade Federal de Alagoas*  
*AL-145, 3849*  
*57480-000 – Delmiro Gouveia – Alagoas*

*Erika Fernanda Lisboa dos Santos – erikafernandals17@gmail.com*  
*Universidade Federal de Alagoas*  
*AL-145, 3849 \**  
*57480-000 – Delmiro Gouveia – Alagoas*

**Resumo:** A Pesquisa Operacional (PO) tornou-se uma poderosa aliada na gestão de projetos, associada ao desenvolvimento de programas computacionais que utilizam de modelos matemáticos para otimizar o tempo de processamento dos dados, auxiliar na tomada de decisões e redução de custos, são atualmente conhecimentos essenciais aos profissionais ligados à área de engenharia. Assim, o presente trabalho apresenta uma pesquisa com 6 perguntas fechadas respondidas por 85 estudantes de cursos de engenharia no estado de Alagoas, tanto de instituições públicas e quanto privadas, matriculados do 5º ao 8º período, sobre conhecimentos relacionados à PO, e especialmente sobre programas que utilizem modelos matemáticos. Dos participantes, embora 40% eram estudantes do curso de Engenharia de Produção, quando questionados sobre 4 dos mais utilizados programas voltados para essa área 95,3% desconhecem qualquer um deles. Nota-se que apesar da manifestação em 87,1% de interesse em aprender programação, há a necessidade da inserção junto às componentes curriculares dos cursos de engenharia para que essas habilidades sejam adquiridas e, assim o egresso esteja ainda mais preparado para desempenhar suas atividades laborais.

**Palavras-chave:** Pesquisa Operacional. Ensino de Engenharia. Aprendizagem.

### 1 INTRODUÇÃO

Entre os anos de 1939 e 1940 foi criado por diferentes pesquisadores, o termo Pesquisa Operacional (PO), no Reino Unido, durante as Forças Armadas. Em 1950 passou a ser utilizada pelas indústrias auxiliando na tomada de decisão, e vem crescendo nas organizações empresariais ao longo dos anos. A PO possui diversos conceitos, por se tratar de técnicas científicas que norteiam e ajudam o tomador de decisão nos processos de otimização que precisam ser administrados, assim os métodos empregados contribuem para que se obtenham as melhores soluções do processo decisório (PINTO, 2008).

A inovação tecnológica traz pontos positivos aos gestores de projetos, tais como permitir o uso de programas que facilitam os métodos e possibilitam alcançar os objetivos de forma organizada e eficiente. Com isso, os processos e custos são otimizados, além de conectar profissionais, que podem através dessa ferramenta compartilhar tecnologicamente suas ideias com toda a equipe envolvida. Podemos citar, por exemplo, alguns *softwares* utilizados para projetos, como: Artia, JExperts, Runrun.it, Trello e Asana. Contudo existem outros que também são essenciais para o desenvolvimento dos profissionais (IBEC, 2018)

Analisando o Projeto Pedagógico do Curso do curso de Engenharia de Produção da UFAL do Campus do Sertão observa-se que a disciplina Otimização é ofertada no 6º período, esta aborda a respeito da pesquisa operacional que é apresentada de forma superficial (UFAL, 2014). Contudo, faz-se necessário a dedicação de atividades extras para praticar os assuntos e obter melhor compreensão, pois linguagens matemáticas que envolvem algoritmos não são simples, e são imprescindíveis para um profissional qualificado.

De maneira geral, a programação linear precisa ser aperfeiçoada nos cursos de engenharias, por ser uma alternativa utilizada para maximizar lucros e minimizar custos é essencial para o discente obter alguma porcentagem de conhecimentos sobre a PO, também conhecida como otimização de processos. Assim, nota-se que todas as profissões exigem aplicações dos conhecimentos absorvidos durante o período de graduação, para enfrentar os desafios do mercado de trabalho. Ademais, além das disciplinas ofertadas o discente deve sempre buscar novos conhecimentos durante o curso de graduação.

## 2 PESQUISA OPERACIONAL E USO DE PROGRAMAS COMPUTACIONAIS

A PO aborda áreas das engenharias, com ênfase em Engenharia de Produção que dispõe de uma série de ferramentas e técnicas que possibilitam uma melhor análise de cenários com otimização dos processos (MARINS, 2011). As considerações das técnicas empregadas na prática sobre a pesquisa operacional requerem dados estatísticos fornecidos pelo relatório do *software* utilizado (TARDIVO *et al*, 2018).

Os sistemas de informações gerenciais e a difusão da informática trazem benefícios eficazes como novos programas auxiliando em gestões diversos tipos de organizações. Como por exemplo, organizar a rotina de trabalho e comunicação com áreas entre a criação e atendimento indica-se o Runrun.it, que tem o objetivo de avaliar um sistema, programa ou ferramenta de auxílio à gestão (ANGÉLICO, 2016).

Já outro *software* que pode-se mencionar que é capaz de realizar gestão de projeto, o Asana é considerado de fácil aprendizagem por sua portabilidade para outros sistemas operacionais e, por oferecer uma interface amigável. Além de permitir o acesso ao multiusuário na versão gratuita, o que torna mais interessante ao laboratório de pesquisas. Além de sua integração com outros sistemas operacionais, existe a possibilidade de instalar o aplicativo para o *smartphone* e acompanhar as etapas do projeto durante o processo, além de ajustar-se ao *software* nas ferramentas analisadas (CONCATTO, 2017).

O *software* Artia é 100% *on-line* com implantação de baixo custo e rápida. Desse modo, nota-se como esse programa é importante na elaboração de projetos, atividades em equipe, monitoramento de atividades por meio de painéis. Além da capacidade de analisar as pendências, possui indicadores de desempenho, cronograma e relatórios citados são disponíveis no tópico do sistema (ARTIA, 2018).

De acordo com Instituto de Gerenciamento de Projetos (*Project Management Institute*) US\$ 12 trilhões é gasto com projetos, isso representa um quinto do PIB mundial. Em 2015 no Brasil esse custo de projeto representa 30% da força de trabalho. Comprovando-se uma enorme demanda por gerentes de projetos experientes. Sendo assim, 4,5 trilhões do PIB total estão em

risco, tornando-se preocupante mas, as habilidades por projetos estão se expandindo.

Nesse aspecto, nota-se que a procura é grande por profissionais qualificados com certificação nos setores da indústria, construção civil, saúde, finança dentre outros é. Todas as áreas profissionais requerem algum tipo de projeto, planejamento e execução de serviços. Cursos *on-line* são bem procurados, e são boas opções pela flexibilidade e acomodação para encaixar nos horários disponíveis de profissionais que já trabalham.

O uso de algoritmos e programações matemáticas são capazes de resolver problemas de otimização. Logo, observa-se a importância dessa ferramenta em processos de tomada de decisão, representando um problema real através do conjunto de relações matemáticas (BECK, 2004).

A linguagem matemática General Algebraic Modeling System (GAMS) é empregada para os problemas complexos, buscando sempre uma resolução envolvendo programação linear, não linear e inteira. Tais ferramentas possuem uma interface interagindo com diversos pacotes de otimização, como: CPLEX, MINOS, XPRESS, entre outros. O *software* tem a finalidade de reunir representação compacta de modelos grandes e complexos (BROOKE *et al.*, 1997). Considerado relevante por ter o poder de aumentar a produtividade de uma determinada empresa por meios das aplicações matemáticas (KERZNER, 2006).

A seguir, apresenta-se um problema com ligas metálicas. Uma metalúrgica deseja maximizar sua receita bruta através de alguns dados disponíveis: matéria prima: cobre, zinco, chumbo. Os valores de cada liga especial de baixa resistência, alta resistência e a disponibilidade de matéria prima foram fornecidos em toneladas. Podem-se perguntar quais materiais possuem melhor rendimento, ou qual o custo detalhadamente de todo processo. Porém, seriam necessários mais dados. Mas, nessa exemplificação foi desenvolvido, apenas o modelo matemático para compreensão de maneira geral como funciona.

Consiste de 3 componentes:

- **Linguagem Algébrica:** permite a modelagem de sistemas complexos.
- **Compilador:** traduz as informações para o formato aceito pelo solver.
- **Solvers:** pacotes comerciais que resolvem o problema e disponibilizam os resultados.

### Principais Seções do modelo GAMS:

1. Especificação dos conjuntos e parâmetros.
2. Declaração das variáveis e equações.
3. Definição das equações.
4. Especificação dos limites, valores iniciais, opções especiais.
5. Especificação do modelo e chamada do solver.

### Estruturas:

- Conjuntos (Sets);
- Dados (constantes e parâmetros);
- Variáveis;
- Equações;
- Modelos;
- Solvers.

### Sets (Conjuntos)

- Possibilitam a indexação de variáveis;
- Úteis para representar sistemas complexos;
- Índices equivalem ao número de linhas ou colunas de matrizes ou vetores do problema.

**Exemplo:** conjunto [i1,i2,i3,i4,i5] representado por [Sets conjunto exemplo / i1\\*i5/](#)

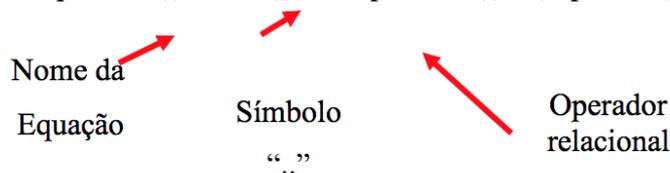
- **Variables**
- Declaração de variáveis: nome, domínio e descrição;
- Características importantes: limites inferior e superior, chute inicial (*Elementos da Ling.*).
- Ex: **Positive Variables**

Tabela 1- Descrição de variáveis

Declaração das variáveis e tipos		Limites padrão	
Variável	Contínua	- INF	+ INF
Variável positiva	Contínua	0	+ INF
Variável binária	Discreta	0	1
Variável integral	Discreta	0	100
Variável semi-contínua	Ou 0 ou em [LO; UP]	0	INF
Variável semi-integral	Ou 0 ou em {LO,LO+1, ...UP}	0	100

Fonte: LONGHI, 2018, adaptado pelo autor.

- **Equations**
  - Restrições e Função Objetiva
  - Declaração: **Equations** equacao1 (i) **descrição da equação**;
  - Definição: equacao1(i)... var (i) = e= param1 (i)\* (3-param2);



Equações utilizam operadores e funções próprias do GAMS, os quais serão apresentados na seção de *Elementos da Linguagem*.

- **Model**
- Agrupam as equações a serem resolvidas;
- Útil para relaxação do problema;
  - Resolve um problema simplificado ou com menos restrições e utiliza a sua solução como ponto inicial para o problema rigoroso;
  - Exemplo: **Model** simples **problema relaxado** /eq1, eq2, eq3/
  - **Model** rigoroso **problema rigoroso** /all/
- **Solve**
  - Especificar 3 elementos:
  - Modelo (conjunto de equações) a ser resolvido;
  - Variável a ser minimizada ou maximizada;
  - Tipo de problema (ex: LP, NLP, etc.);
  - Exemplo: **Solve** modelo USING nlp MINIMIZING funobj;
  - Selecionando o solver: **option** nlp = conopt;

Figura1- Exemplo de linguagem operacional com GAMS

```

$title Problema 1
$ontext
Formular o problema de programação matemática
$offtext

Sets
k 'materias primas' /cobre, zinco, chumbo/
o 'tipo da liga especial' /baixa, alta;/

Parameters
disponibilidade (k) 'quantidade de materia prima' /cobre 16, zinco 11, chumbo 15/
preco (o) 'preco por venda da tonelada' /baixa 3000, alta 5000/

Table a(k,o) 'Tabela proporcao da liga por materia prima'
      baixa      alta
cobre  0.5        0.2
zinco   0.25       0.3
chumbo  0.25       0.5

Variable
z 'função objetivo lucro'
x(o) 'quantidade fabricada de cada liga';

Positive variable x(o);
Free variable z;

Equations
lucro 'funcao a ser maximizada'
eq2(k) 'restricao associada a disponibilidade do material';

lucro.. z=e= sum(o, x(o)*preco(o));
eq2(k).. sum(o,x(o)*a(k,o))=l=disponibilidade(k);

Model ligas/all/ ;
Solve ligas maximizing z using lp;

```

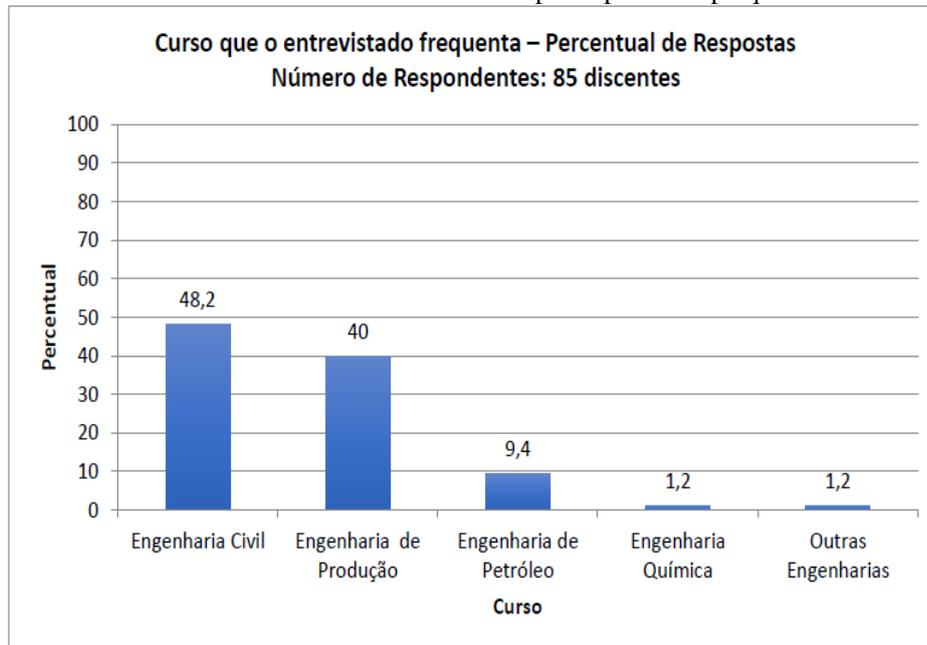
Fonte: Autores, 2019

A pesquisa operacional é baseada no planejamento e programação. Nota-se a importância para profissionais que pretendem acompanhar à crescente competitividade do mercado. Como a otimização vem crescendo, seja na indústria, área da saúde, ou utilizando da cadeia de suprimentos. Comprovou-se por meio do software de otimização, como GAMS pode beneficiar empresas através da pesquisa operacional de inúmeras formas.

### 3 RESULTADOS

A pesquisa foi feita por meio de um formulário da ferramenta Google Forms, divulgado em diferentes meios de comunicação virtual para estudantes de cursos de engenharia, de instituições públicas e privadas do estado de Alagoas, tanto na capital quanto em outras regiões do estado. Responderam ao questionário composto por seis (6) perguntas fechadas 85 estudantes de cursos de engenharia, matriculados em instituições públicas e particulares, cursando entre o 5º e 8º período. O gráfico 1 apresenta o percentual de estudante matriculados nos diferentes cursos de engenharia.

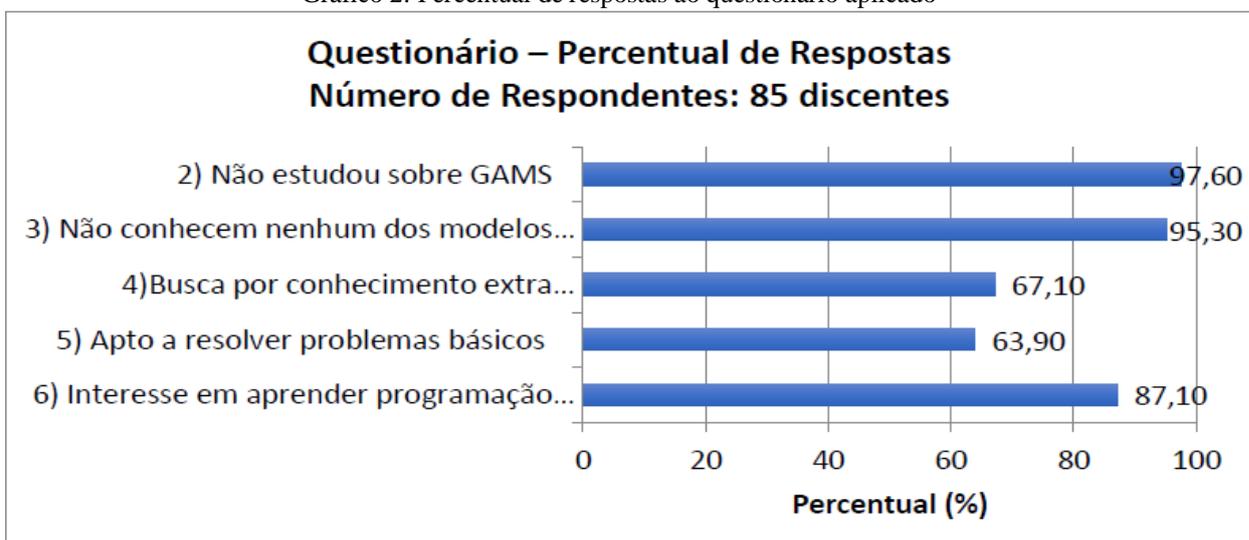
Gráfico 1: Percentual de estudantes participantes da pesquisa



Fonte: Autor, 2019

Observando o gráfico 1, pode-se notar que majoritariamente os participantes da pesquisa dividem-se entre os cursos de Engenharia Civil e de Produção, com 48,2% e 40% respectivamente. Os outros cerca de 12% correspondem a Engenharia de Petróleo, 9,4%, Engenharia Química com 1,2%, e outras Engenharias também com 1,2%. Diante deste cenário, percebe-se que a Engenharia Civil como curso tradicional, ofertado nas instituições de ensino representa quase metade dos entrevistados, seguido por uma fatia considerável de 40% dos estudantes matriculados em Engenharia de Produção. O que pode inferir no resultado real é a escassez de outras engenharias dentro da amostragem.

Gráfico 2: Percentual de respostas ao questionário aplicado



Fonte: Autor, 2019

A segunda pergunta questionava diretamente aos discentes se possuíam conhecimento

ou não do GAMS, e a maioria esmagadora respondeu nunca ter estudado sobre este modelo matemático. O que causa certa surpresa, pois na pergunta 6 que diz respeito ao curso que estão matriculados, 40% deles em Engenharia de Produção, um número considerável dentre os entrevistados, afirmam não ter afinidade com o GAMS, na qual o estudo de modelos matemáticos em pesquisa operacional, é comum dentre os currículos deste curso.

Outra pergunta que levanta certa curiosidade é a terceira questão que diz respeito a conhecer modelos matemáticos, pois apontados 4 modelos, GAMS, Runrun.it, Artia, Asana, e mais uma vez, embora uma parcela considerável dos entrevistados estivessem matriculados no curso de Engenharia de Produção, 95,30% das respostas apontaram por não conhecer nenhum dos programas elencados.

O programa GAMS foi desenvolvido para de forma direta fazer a construção e resolução de modelos matemáticos amplos e complexos. Já o programa Runrun.it é uma plataforma para controle de tarefas, projetos e processos, com redução de micro gestão e maior lucratividade (BROOKE; KENDRICK; MEERAUS, 1997). Uma ferramenta idealizada para o ambiente corporativo, o Artia (2019) permite organizar atividades tanto pessoais quanto profissionais, criar e gerenciar projetos, compartilhar tarefas, administrar tempo despendido nas tarefas e visualizá-las. Por fim, o Asana é uma plataforma de gestão de projetos com foco nas metas e tarefas (ASANA, 2019).

Assim, o que se percebe que a característica comum em todos os programas mencionados é a gestão de projetos, uma ação muito presente na vida profissional do Engenheiro de Produção, e de maneira paralela, mas, não menos importante na atuação de Engenheiros Civis, de Petróleo ou Químicos, que lidam em seu dia a dia com a gestão de equipes, cumprimento de metas, por exemplo.

No que diz respeito à busca pelo conhecimento extracurricular, boa parte dos estudantes, 67,10%, empenham-se em adquirir conhecimento além daquele que é ofertado nos cursos, o que está em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais (CFE/CES, 2002) que traz com perfil de egresso um profissional apto a assimilar e criar novas soluções, e assimilação e criação caminham junto com a busca contínua de conhecimento.

Os valores obtidos na quarta pergunta, 63,90% dos participantes sentem-se aptos a solucionar problemas básicos, faz todo sentido se comparados aos números apresentados na pergunta anterior, como cerca de 67% dos estudantes estão em busca de conhecimento além dos estabelecidos pela instituição de ensino, é um dado bastante próximo ao entrado nesta pergunta, fica evidente que aquele que está em constante busca por conhecimento, está aberto a novas experiências, além do que é ofertado na universidade, e isso faz o diferencial na vida profissional.

Embora, a grande maioria dos participantes não tenham conhecimento em pelo menos um dos programas citados na pesquisa, uma parcela bastante considerável, 87,10% demonstrou interesse em aprender sobre programação para otimização dos processos. Sabendo que cerca de 67% deles buscam interesse fora das componentes curriculares obrigatórias, após a participação nessa pesquisa, é possível que desperte neles o interesse em buscar por conteúdos extracurriculares sobre programação linear. E ainda, vale ressaltar a lacuna que os cursos de engenharia podem preencher ofertando disciplinas voltadas para este tipo de programação, e assim contribuir de maneira efetiva para a formação de profissionais mais preparados para atuar no mercado de trabalho.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um problema de programação linear pode ser dividido em duas etapas: função objetivo, que se trata de uma função linear, e as restrições que são compostas por um conjunto

de equações e inequações lineares, que definem as atividades que consomem recursos, assim como a quantidade do que é consumido (PUCINI,1980). Desse modo, tem-se o modelo matemático GAMS ideal para resolução de problemas, com objetivo geral de minimizar os custos de aceleração de uma empresa, ou obra.

Com base na educação e disciplinas ofertadas no curso de engenharias do Brasil verificou-se um déficit no conhecimento dos discentes de universidades públicas e privadas. Por meio de um questionário aplicado cerca de 97,6% não possui conhecimento sobre o programa GAMS e isso é preocupante. Pois, conhecer essa plataforma, assim como outras existentes é uma ferramenta essencial para facilitar as atividades profissionais referentes à gestão.

A principal missão de uma empresa é atender com eficiência as demandas do mercado. Diante de cenários de crises com índices elevados de desempregos, a qualificação profissional por meio de cursos específicos torna-se um diferencial. Com base na coleta de dados, para amenizar os problemas do ensino-aprendizagem alertou-se alguns professores das universidades públicas e privadas para estarem cientes e tentar buscar soluções. Informar aos alunos sobre vídeos gratuitos disponibilizados em *sites* de confiança, assim como alguns cursos, exercitar com atividades práticas sobre o assunto em questão é o primeiro passo para ter uma qualidade melhor na educação superior.

## REFERÊNCIAS

ANGÉLICO, Giulia Oliveira. **Sistema De Gerenciamento De Produtividade ‘Runrun.It’** Em Uma Agência De Publicidade De Lavras MG. 39p. Lavras – MG 2016.

ARTIA. **Faça um tour em nosso produto.** Disponível em: <<http://artia.com/produto/>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

ASANA. **Disponibilize mais tempo para o trabalho que realmente importa.** Disponível em: <<https://asana.com/pt/?noredirect>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

BECK, Kent. **Programação extrema aplicada: acolha as mudanças.** Traduzido por: Adriana P.S. Machado e Natália N.P. Lopes. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BROOKE, Anthony; KENDRICK, David; MEERAUS, Alexander. **GAMS: Sistema Geral de Modelagem Algébrica.** São Paulo, 1997.

CFE/CES. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Brasília, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2019.

CONCATTO, M.C.P. **Processo Gamificado para Gerenciamento Ágil de Projetos no Laboratório de Criação e Aplicação de Software.**2017.115f. Tese (Graduação) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul,2017.

IBEC. **5 Softwares de gestão de projetos para otimizar custos e processos.** Disponível em: <<http://ibecensino.com/blog/5-softwares-de-gestao-de-projetos-para-otimizar-custos-e-processos/>>. Acesso em: 8 abr. 2019.

KERZNER, Harold. **Gestão de projetos: as melhores práticas.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LONGHI, L.G.S. **Introdução ao ambiente GAMS**. Ambiente para Modelagem e Otimização. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2018.

MARINS, F. A. S. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, 2011.

PINTO, Kleber Carlos Ribeiro. **Aprendendo a decidir com a pesquisa operacional. Modelos e métodos de apoio à decisão**. 2º ed. Uberlândia: EDUFU 2008. 164p. il.

Project Management Institute. **Certificações do PIM**. Disponível em: <<https://brasil.pmi.org/brazil/CertificationsAndCredentials/WhatarePMICertifications.aspx>>. Acesso em: 1 maio 2019.

PUCCINI, Abelardo de Lima. **Introdução à programação linear**. Rio de Janeiro: livros técnicos e científicos editora S.A, 1980.

TARDIVO, Thaís Aparecida et al. **A importância da simulação de eventos discretos para a armazenagem e operações de cross-docking**. Cap 1. Atena Editora, 2017.

UFAL. **Projetos Políticos Pedagógicos: Curso de Graduação em Engenharia de Produção**. Campus do Sertão. Delmiro Gouveia, 2014.

## APPLICATION OF LANGUAGE ELEMENTS IN GAMS MODELING DURING THE ENGINEERING COURSE

**Abstract:** *Operational Research (PO) has become a powerful ally in project management, associated with the development of computer programs that use mathematical models to optimize data processing time, assist decision making and reduce costs, are currently knowledge essential to professionals related to engineering. Thus, the present paper shows a research with 6 closed questions answered by 85 students of engineering courses in the state of Alagoas, both public and private institutions, enrolled in 5th. to 8th. period, on knowledge related to the OP, and especially on programs that use mathematical models. Although 40% of the participants were students of the Production Engineering course, when asked about 95.3% of them are not aware of 4 of the most used programs focused on this area. It is noted that in spite of the manifestation of interest in learning programming, 87.1%, there is a need to insert with the curricular components of the engineering courses so that these skills are acquired and, thus, the egress is even more prepared to carry out its activities labor markets.*

**Key-words:** *operational research, engineering education. learning.*