

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE O USO DO MÉTODO SIMPLEX
NA OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS EMPRESARIAIS: UMA ESTRUTURADA
REVISÃO DE LITERATURA.**

Jhoel Estebany Sandoval
UFMS-CPNA
jhoel.sandoval@ufms.br

Mirian Batista de Oliveira
UFMS-CPNA
mirian_bortoluzzi@ufms.br

Bianca Pereira Santos
UFMS-CPNA
biancapereira2000@outlook.pt

Josiane Pereira da Silva
UFMS-CPNA
josianep915@gmail.com

RESUMO

Atualmente, os levantamentos das produções científicas têm contribuído para o avanço do conhecimento e a sequência do processo de investigação. O objetivo deste artigo é analisar de maneira quantitativa a produção científica sobre o uso do método simplex em problemas de otimização de recurso empresarial. Para tanto, uma revisão de literatura é utilizada, com base no método proposto por Seuring e Müller (2008), nos anais dos eventos de maiores relevâncias da área da pesquisa operacional. A análise dos anais dos eventos com bases nos artigos selecionados resultou em indicadores do número de documentos por ano (2011 a 2017), e na área do conhecimento, palavras-chave, títulos, resumos e artigos relevantes para o contexto aqui proposto, ademais os resultados foram apresentados em forma de gráficos. Os resultados da análise contribuíram para a identificação dos conceitos, abordagens utilizadas, bem como das aplicações realizadas pelos pesquisadores.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional; Método Simplex; Otimização de Recursos.

1 INTRODUÇÃO

Na época atual as empresas enfrentam problemas associados as distribuições de recursos limitados para atender um determinado objetivo, em geral, maximizar lucros ou reduzir custos. Sendo assim há uma notável importância do Método Simplex, na qual é considerado um dos mais eficientes mecanismos de tomada de decisões relacionados aos problemas de Programação Linear.

Neste trabalho, especial atenção será dada ao campo teórico da Pesquisa Operacional (PO) referente a coordenação de problemas de uma organização com acompanhamento de fórmulas matemáticas que são representações simplificadas de problemas reais (ALMEIDA *et. al.* 2016). Ainda é dado ênfase a Programação Linear (PL) que de acordo com Shamblin e Stevens Jr (1979) apud Stacanelli *et. al.* (2015) é um meio matemático que auxilia na designação de um montante fixo de recursos que satisfaça certa demanda e outras condições definidas, de tal modo que alguma função-objetivo seja otimizada e o Método Simplex que é definido como modelo matemático que representa a questão em análise, resolvendo problemas da programação linear por meio de algoritmos (ULBRICHT e RIBEIRO, 2012).

O avanço científico contribui para a geração do conhecimento e a continuidade do processo de investigação ao longo do tempo. Assim, o objetivo desse artigo é analisar de maneira quantitativa a produção científica sobre o uso do método simplex em problemas de otimização de recurso empresarial. Para tanto, uma revisão de literatura é realizada, com base no método proposto por Seuring e Müller (2008), por meio dos documentos dos anais dos eventos de maiores relevâncias da área da Pesquisa Operacional. A análise dos anais dos eventos Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (COMBREPRO), Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGET), Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) e Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SPBO), com bases nos artigos selecionados resultou em indicadores do número de documentos por ano (2011 a 2017), e na área do conhecimento, palavras-chave, títulos, resumos e artigos relevantes para o contexto aqui proposto, ademais os resultados foram apresentados em forma de gráficos. Os resultados da análise contribuíram para a identificação dos conceitos, abordagens utilizadas, bem como das aplicações realizadas pelos pesquisadores. Este artigo está estruturado da seguinte forma: 1^a seção apresenta-se a introdução, na sequência a metodologia, resultados e discussões e por fim a conclusão.

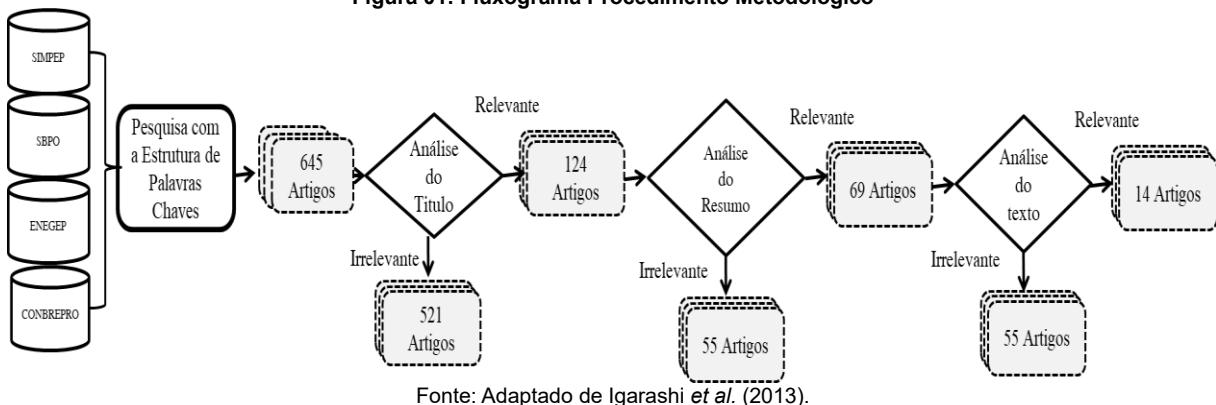
2 METODOLOGIA

A revisão da literatura tem sido utilizada para oferecer uma visão crítica da compreensão atual da pesquisa tópico em estudo, e assim descrever as evidências de forma a permitir que sejam tiradas conclusões claras sobre o que já se conhece e o que não se conhece sobre o assunto em questão (Denyer; Tranfield, 2009), e permite identificar e apresentar de forma sintética o conhecimento relevante sobre um determinado tópico, realçando os temas estudados e ajudando a posicionar estudos futuros (Junior; Neto, 2011).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo investigar o uso do método simplex em diversos contextos, considerando a seguinte questão de pesquisa: *Quais as abordagens são evidenciadas na literatura aplicando o método simplex em problemas de otimização de recursos empresarial?*

A partir dessa questão, buscam-se evidenciar as aplicações usando o método simplex, como estratégias que vêm sendo incorporadas ao processo de tomada de decisão empresarial, destacando-se as diversas formas de aplicações nas empresas. Sendo assim, considerando a questão proposta, esse estudo procurou trabalhar com a interseção de três literaturas distintas, Pesquisa Operacional, Programação linear e o método simplex. A revisão aqui apresentada baseia-se no método proposto por Seuring e Müller (2008), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 01: Fluxograma Procedimento Metodológico



Primeiramente, foram identificados os trabalhos relacionados à programação linear e método simplex, uma estrutura de pesquisa com palavra-chave foi realizada em quatro bases de dados: ENEGEP, SBPO, SIMPEP, CONBREPRO nos seus respectivos anais de 2011 até 2017.

A pesquisa foi focada em duas áreas sendo elas - Pesquisa Operacional e Gestão da Produção, usando as seguintes palavras chaves: Pesquisa Operacional, Gestão de Produção,

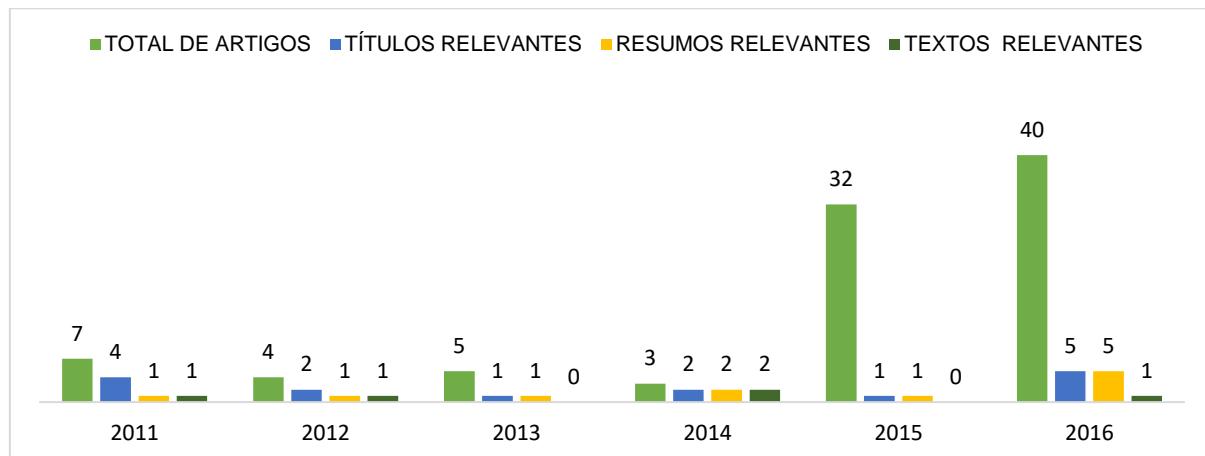
Otimização, Planejamento de Produção e Programação Linear. Nesta primeira etapa foram obtidos 645 artigos. Na sequência, foi analisado todos os títulos dos artigos, classificados em irrelevantes e relevantes, sendo os relevantes apenas aqueles que apresentaram em seu título o uso da programação linear ou Método Simplex, obtendo assim 124 artigos relevantes. O terceiro filtro foi analisar o resumo, nesta etapa foi realizada a leitura de todos os resumos dos artigos selecionados da etapa anterior e obtendo 69 artigos relevantes, e classificando como relevantes aqueles que apresentam o uso de aplicações utilizando o método simplex na resolução dos problemas, totalizando assim 14 artigos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

A busca pelos documentos foi refinada pelos últimos sete anos com base nos anais dos seguintes eventos SBPO, SIMPEP, CONBREPRO e ENEGEP, uma vez que o tema abordado apresenta uma expressiva participação nas publicações dos eventos, tais estudos vêm se desenvolvendo de forma exponencial a partir dos últimos três anos na maioria dos eventos, como pode ser visto nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5.

Analisando as publicações nos Anais do CONBREPRO sobre estudos da área da pesquisa operacional, especificamente, abordagens usando programação linear com aplicações do método simplex foram obtidos 115 artigos dos quais aplicando o filtro de seleção foram analisados 7 artigos relevantes, vêm crescendo a cada ano, sendo que em 2015 tiveram 32 publicações, em 2016 com 40 publicações e em 2017 tiveram 24 publicações (Figura 2).

Figura 02 - Anais do CONBREPRO

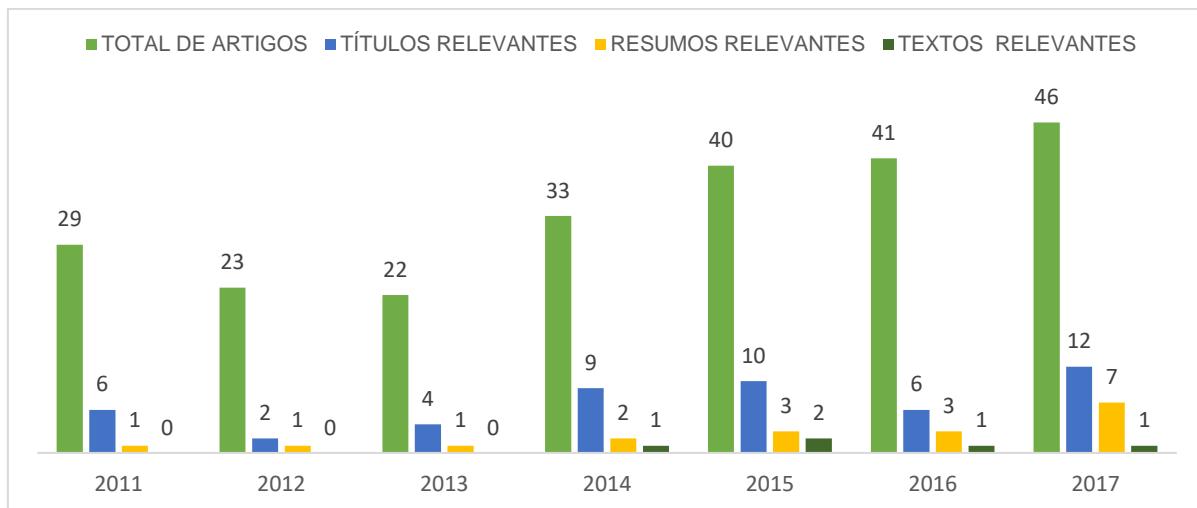


Fonte: Anais do COMBREPRO (2011-2016)

Na figura 2, observa-se que foram poucos os artigos apresentados no evento do CONBREPRO em 2011, 2012, 2013 e 2014 levando em consideração que é um evento relativamente novo, mas nos anos de 2015 e 2016 teve um elevado crescimento nos números artigos que foram submetidos para a apresentação no encontro, no entanto, no ano de 2017 apresentou uma pequena diminuição no número de trabalhos para serem apresentados no congresso. Tivemos apenas 3 artigos relevantes neste evento.

Observa-se que dos 234 documentos obtidos nos anais do ENEGEP, foram selecionados 5 artigos como relevantes. Nota-se que o número de publicações vem crescendo exponencialmente, e verifica-se que altos números de publicações são encontrados para o período de tempo entre 2015 e 2017 (Figura 3).

Figura 03 - Anais do ENEGEP (2011-2017)



Fonte: Anais do ENEGEP (2011-2017).

Na figura 3 pode se observar que em 2011 teve um número considerável de artigos, maior do que no CONBREPRO sendo o ENEGEP um evento mais antigo, contudo em 2012 e 2013 apresentou redução nos trabalhos apresentados, mas no ano de 2014 até 2017 notasse um elevado crescimento de artigos com os temas proposto para a exposição dos seus conhecimentos e ideias, e somente nesses anos que ouve trabalhos relevantes para a nossa análise.

Os documentos identificados nos anais do SBPO compreendem em 136 artigos. A alocação das publicações no período pesquisado (2011-2017) é mostrada na Figura 4. Altos números de publicações são encontrados para o período de tempo entre 2014 e 2016, mas

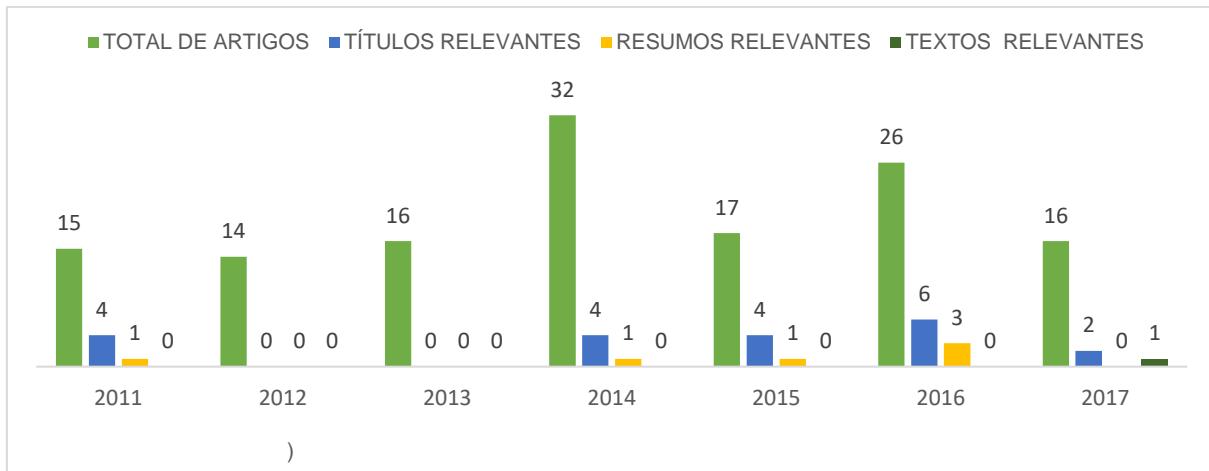
III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



permanecem em nível substancial desde então (Figura 4).

Figura 04 - Anais do SBPO (2011-2017)

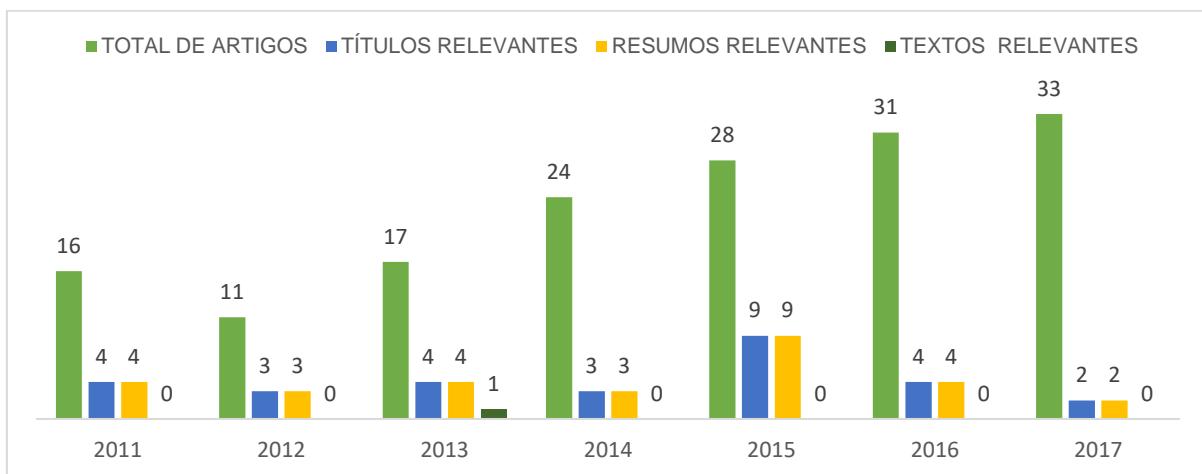


Fonte: Anais do SBPO (2011-2017)

Na figura 4 apresenta variações de trabalhos apresentado em cada ano, vemos que em 2011 até 2013 o número de artigos foi quase igual, mas ouve oscilações. No ano de 2014 ouve um elevado crescimento sendo que no número dobrou comparado ao ano anterior, e no ano de 2015 teve uma diminuição considerável, já em 2016 aumentou os trabalhos a serem apresentados e em 2017 foi igual a 2015, mas apenas um trabalho realmente relevante.

As publicações dos anais do SIMPEP foram identificadas 160 artigos entre 2011 e 2017. Observa-se que as publicações vêm crescendo exponencialmente, sendo no último período analisado 33 artigos (Figura 5).

Figura 05: Anais do SIMPEP (2011-2017)



Fonte: Anais do SIMPEP (2011-2017).

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



Já na figura 5 vemos que em 2011 iniciou com 16 artigos e no ano seguinte ouve um declínio de trabalho, mas nos anos seguintes teve um intensivo crescimento nos trabalhos que foram submetidos a apresentação nesse evento. Mas apenas 1 artigo do ano de 2013 foi realmente relevante para pesquisa com os temas proposto para análise.

Existe na literatura uma grande quantidade de artigos que fazem o uso dos métodos da Pesquisa Operacional, dentro os mais citados têm-se o uso do método simplex. A revisão bibliográfica a seguir apresenta o uso do método simplex dentro da Programação Linear (PL), dando ênfase às relevantes aplicações, como forma de responder à questão de pesquisa proposta. As maiorias das pesquisas usando se concentraram no desenvolvimento de modelos para resolução de problemas, bem como no suporte ao processo de tomada de decisão sob diferentes cenários e aplicações. Neste contexto, são destacados os estudos de Gervet *et. al.* (2011), Melo *et. al.* (2017), Cortez *et. al.* (2016), Dias *et. al.* (2014), Stacanelli *et. al.* (2015), Ulbricht e Ribeiro *et. al.* (2012), Almeida *et. al.* (2016), Alberti *et. al.* (2014), Milhomem *et. al.* (2015), Santos *et. al.* (2014), Ferraz *et. al.* (2017), Carneiro *et. al.* (2017) e Tahara *et. al.* (2013).

Sob esta perspectiva, Gervet *et. al.* (2011) abordaram o uso da PL aplicado a um processo de fabricação de linha para a tomada de decisão, os autores propuseram um modelo matemático para a formulação do problema e as soluções foram encontradas usando o software Solver do Excel. Concluíram a eficiência do uso da PL. Na mesma linha de estudo Melo *et. al.* (2017) aplicaram a PL para resolver um problema de planejamento agregado da produção em uma empresa de autopeças, assim como Dias *et. al.* (2014) que também propuseram um modelo matemático para otimização desse processo produtivo de uma indústria têxtil. É notável a aplicação da PL no planejamento e controle da produção, proporcionando uma melhoria significativa nos resultados financeiros da empresa, concluindo que essa ferramenta pode ser aplicada em diversos setores.

Já Cortez *et. al.* (2016) definiram o mix de produção em uma empresa de refrigeração por meio do uso da PL. Os autores supracitados concluíram que a empresa pode obter melhores resultados usando a técnica proposta e reajustando sua estratégia organizacional. Do mesmo modo Stacanelli *et. al.* (2015) buscaram um resultado ótimo de produção, com a mesma ferramenta utilizada por Cortez *et. al.* (2016). Santos *et. al.* (2017) tiveram como objetivo propor uma estratégia para aperfeiçoamento do mix de produção de uma confecção de moda íntima feminina, com a finalidade de maximizar as receitas a partir de uma dada quantidade de insumos disponíveis da mesma. Nesses casos os autores atingiram o objetivo proposto

maximizando os lucros, onde o primeiro conseguiu um aumento de quase 40% da sua renda mensal, o segundo conseguiu propor um novo mix de produção, que resulta no aumento do lucro mensal e uma melhor disposição de transporte com menor custo e o último obteve como resultado um melhoramento na empresa de 8,8 % sem haver qualquer tipo de investimento.

Ulbricht e Ribeiro *et. al.* (2012) buscaram otimizarem a formulação de rações através do modelo matemático da PL, que resultou em uma redução de custo considerável, da mesma forma que Almeida *et. al.* (2016) que desejam minimizar os custos na produção de hot dogs e houve diversos benefícios inclusive um aumento de 10% na demanda e como Alberti *et. al.* (2014) que por meio da PL buscaram otimizar a produção de tampas de garrafas pet, onde foi exposto que a implantação de esteira em vez do trabalho manual teria um aumento na produção e melhoria nos processos. De modo igual Ferraz *et. al.* (2017) têm como intuito utilizar a PL para analisar o setor de vendas de peças em uma empresa de ramo automobilístico, de forma a minimizar os custos relacionados à compra e estocagem dos produtos mais vendidos, com a aplicação da PL a empresa teve redução de custos, melhorando significativamente o financeiro da mesma para ser aplicado em investimentos.

No que diz respeito à maximização do lucro Milhomem *et. al.* (2015), buscaram obter uma solução ótima, aproveitando o máximo dos recursos disponível utilizando uma modelagem matemática por meio da PL, obtendo assim, maiores lucros na empresa. Com o mesmo pensamento de otimização dos recursos disponíveis, Santos *et. al.* (2014) construíram um modelo matemático para contribuir no processo da otimização da tecelagem, aplicando a PL, concluindo assim, que várias estratégias podem ser seguidas para uma melhor tomada de decisão, dentre elas os autores citam a contratação de funcionário ao em vez de pagamento de horas extras o que gera um aumento dos custos para a empresa. Da mesma forma, Carneiro *et. al.* (2017) têm por objetivo alcançar lucro máximo em uma panificadora através da PL, onde o objetivo proposto foi alcançado, sugerindo uma análise da viabilidade financeira da empresa para contratação de novos funcionários. Semelhantemente Tahara *et. al.* (2013) buscaram maximizar o lucro de uma loja de material de construção usando a PL para obter a solução do problema. A função objetivo foi obtida pela diferença da receita e do custo.

Com base na discussão apresentada dos autores é possível observar que são vários os contextos que empregam o uso da programação linear baseada no método do simplex para assessorar na busca de uma solução sob diversas perspectiva e abordagens.

4 CONCLUSÕES

A análise dos documentos dos anais do CONBREPRO, ENEGEP, SBPO e SIMPEP, nos anos de 2011 a 2017 é uma etapa inicial em qualquer processo de pesquisa para o desenvolvimento científico e tecnológico, pois possibilita a identificação dos conhecimentos já existentes, das lacunas entre tais conhecimentos, e pode direcionar o caminho para novas pesquisas, de modo a proporcionar o progresso científico em uma determinada área de conhecimento.

Porém, mesmo sendo uma etapa primordial, conclui-se que existe uma quantidade razoável de artigos que fazem uso do método simplex nas empresas de auto peças, textilaria, refrigeração, confecção, rações, setor de vendas automobilístico, hot dogs, tecelagem, panificadora e loja de materiais de construção, com os seguintes objetivos respectivamente: planejamento da produção, otimização do processo produtivo, definição de mix de produção, aperfeiçoamento do mix de produção para maximizar receitas, otimização da formulação, redução de custos, minimização das despesas, otimização de recursos, maximização do lucro e otimização do lucro. À vista da utilização das ferramentas envolvendo Programação Linear percebe-se que estas são eficientes e atendem as expectativas desejadas para a solução de problemas. Contudo o objetivo proposto foi alcançado, evidenciado os artigos analisados de forma objetiva.

E, por fim, o principal resultado de todas as análises realizadas, e que servirá de argumento propulsor para a continuidade da pesquisa, é o resultado que evidencia o crescente interesse no desenvolvimento de pesquisas relacionadas à área de pesquisa operacional com o uso do método simplex em problemas que otimizações de recursos empresariais.

REFERÊNCIAS

- ALBERTI, R. A.; BENITEZ, G. B.; MULLER, H.; COSTA, M. B.; FURTADO, J. C. Otimização da produção de tampas para garrafas pet. IV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 03 a 05 de dezembro de 2014.
- ALMEIDA, A. C.; PINA, G. S.; LIMA, L. E. P.; MONTEIRO, R. R.; SANTOS, Y. B. I. Minimização de Custos através da Pesquisa Operacional: Estudos de caso em uma empresa do ramo alimentício. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. João Pessoa, PB, Brasil, 03 a 06 de outubro de 2016.
- CARNEIRO, M. B.; AQUINO, W. R.; CANESIN, H.; JÚNIOR, J. A. O; A aplicação do

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



método simplex para a maximização dos lucros de uma panificadora. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 06 a 08 de dezembro de 2017.

CORTEZ, F. C. C.; VIEIRA, M. T. C. Utilização da Pesquisa Operacional para a definição de um mix de produção para uma pequena empresa de refrigeração da cidade de Itajabá-MG. VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 30 de novembro a 02 de dezembro de 2016.

DIAS, I. F.; PAIVA, L. P. S.; PAULA, J. F. R.; SILVA, G. Aplicação da Programação Linear para Otimização do Progresso produtivo em uma empresa têxtil. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de outubro de 2014.

FERRAZ, D. P.; BARBOSA, R. D.; MAGALHÃES, M. G.; Aplicação da Programação Linear para minimização de custo com compra e estoque de peças: estudo de caso em uma empresa do ramo automobilístico. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 06 a 08 de dezembro de 2017.

GEVERT, G. G.; OLIVEIRA, M. J.; FELIZARDO, M. Otimização de um processo de produção de farinhas utilizando programação linear. I Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 30/11, 01 e 02 de dezembro de 2011.

MELO, D. J.; LEITE, R. R.; SILVA, L. A.; SILVA, K. O. A. N.; MONTEVECHI, J. A. B. Aplicação da Programação Linear para atendimento de demanda e otimização de recursos em uma empresa de autopeças. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

MILHOMEM, D. A.; PORTO, M. L.; MACHADO, A. A.; LIMA, A. C.; TEIXEIRA, A. A. Aplicação da Programação Linear e do Método Simplex para a otimização de pães em uma empresa de panificação. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

SANTOS, C. M.; OLIVEIRA, F. B.; SCHMIDT, J. S.; PIEKARSKI, C. M.; Utilização de Programação Linear na Otimização de um Programa de Produção de uma Tecelagem. IV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 03 a 05 de dezembro de 2014.

SANTOS, M.; LIMA, I. C.; TENÓRIO, F. M.; JUNIOR, P. R. S.; LIMA, J. C. S. Gestão da cadeia produtiva têxtil: uma abordagem à luz da pesquisa operacional. XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO. Blumeau, SC, Brasil, 27 a 30 de agosto de 2017

STACANELLI, T. M.; MOURA, R. A.; SILVA, Y. V. B.; SILVA, A. M. Aplicação da Programação Linear para a otimização da produção em um laticínio localizado na região centro-oeste de Minas Gerais. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.

TAHARA, N.; RIBEIRO, A.; PINHEIRO, M.; AMORIM, D.; SILVA, R.; Aplicação da pesquisa operacional para otimizar a alocação de recursos em uma loja de materiais de construção situada em Barcarena – PA. XX Simpósio de Engenharia de Produção – SIMPEP.

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



Barcarena, PA, Brasil, 04, 05 e 06 de novembro de 2013.

ULBRICHT, G.; RIBEIRO, R. Otimização em formatação de rações utilizando técnicas de programação linear: Um estudo de caso em processos industriais. II Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção - CONBREPRO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 28 a 30 de novembro de 2012.