



## UMA ANÁLISE DOS MODELOS/MÉTODOS MATEMÁTICOS E SOFTWARES UTILIZADOS NO PLANEJAMENTO AGREGADO DA PRODUÇÃO (PAP)

*Denislaine Regina Cordeiro<sup>1</sup>, Diullya Carolina Cordeiro<sup>2</sup>, Edimar Dias<sup>3</sup>, Márcia De Fátima Moraes<sup>4</sup>, Rony Peterson Da Rocha<sup>5</sup>*

**RESUMO:** O Planejamento Agregado da Produção (PAP) é um processo de balanceamento da produção com a demanda, que determina em um horizonte de longo prazo um plano de produção de acordo com os requisitos estratégicos da empresa, levando em consideração informações de previsão de demanda agregada, capacidade de produção, estoques de produtos, produtividade, alternativas de produção, e dados de custo. Também são definidas as Estratégias de Produção, os modelos e métodos matemáticos, bem como, os *softwares* utilizados na implementação do mesmo. Desta forma, o presente trabalho objetivou levantar os principais modelos/métodos matemáticos e os *software* utilizados na implementação das estratégias usadas na construção do PAP, em Pequenas, Médias e Grandes empresas (PMGe). O foco da pesquisa foi investigar a aplicação de estudos científicos na área de PAP que discorresse sobre a aplicação desses modelos/métodos matemáticos e *softwares* em estudos teóricos e práticos. A busca por esses trabalhos foi realizada nos anais do ENEGEP (Encontro Nacional de Produção) e SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção), com a palavra chave “Planejamento Agregado” entre os anos de 2007 a 2014. Com os resultados nota-se que o principal modelo/método utilizado nos trabalhos foi o modelo de Programação Linear, totalizando um percentual de 53,8%, já o *software* mais utilizado, com um percentual de 26,9% foi a Planilha do *Excel* com emprego do *Solver*. Sugere-se a partir desse estudo, a construção de uma interface amigável com utilização do **Excel/VBA/GAMS-Solvers** e emprego de modelos matemáticos baseados em Programação Linear, para diversas estratégias utilizadas na construção de um Plano Agregado da Produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estratégia; Modelos/Métodos Matemáticos; Produção; Planejamento Agregado da Produção; *Software*.

### 1 INTRODUÇÃO

O ambiente em que muitas empresas estão inseridas impõe um processo constante de mudanças e provoca nessas uma busca por diferenciais competitivos, exigindo produtos e/ou processos com qualidade, flexibilidade, confiabilidade, agilidade e com menor custo. Diante disso, as atividades envolvidas na área de Planejamento e Controle da Produção (PCP) são importantes para se obter tais diferenciais. Dentre as atividades presentes na área de PCP, destaca-se o Planejamento Agregado da Produção (PAP).

O PAP é realizado para um horizonte de longo prazo, levando em consideração informações de Previsão de Demanda Agregada, Capacidade de Produção, Estoques de Produtos, Produtividade, Alternativas de Produção (Turno Normal, Turno Extra e Subcontratação) e dados de custos, com o intuito de formalizar um plano de produção que atenda os requisitos estratégicos da organização.

Em muitas empresas, a construção do PAP não é realizada formalmente e/ou não é utilizado um modelo/método matemático para otimização do plano de produção. Desta forma, o presente trabalho objetivou levantar os principais modelos/métodos matemáticos e os *softwares* utilizados na implementação das estratégias empregadas na construção do PAP, em Pequenas, Médias e Grandes Empresas (PMGe), por meio de uma revisão bibliográfica no âmbito nacional.

### 2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa classifica-se, quanto aos fins, como descritiva e, quanto aos meios, como bibliográfica. O método de abordagem adotado foi o qualitativo-quantitativo. A busca por trabalhos foi realizada nos anais do ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção) e na Biblioteca digital da UNESPAR (Universidade Estadual do Paraná). Realizou-se um levantamento de artigos, o qual foi pesquisado trabalhos com a palavra chave “Planejamento Agregado” entre os anos de 2007 a 2014. A partir desse levantamento, 20 artigos foram selecionados, pois apresentavam conteúdos relacionados aos objetivos da pesquisa sobre PAP em PMGe. Assim, a pesquisa realizou-se com o intuito de investigar a aplicação desses modelos/métodos matemáticos e *softwares* em estudos científicos na área de PAP em empresas no âmbito nacional, uma vez que esses se tratavam de estudos de casos e estudos teóricos.

<sup>1</sup> UNESPAR – Universidade Paranaense



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontrados 20 artigos que abordaram os modelos/métodos matemáticos e *softwares* na área de PAP em PGMe, como segue: Neto *et al.* (2007); Cezarino, Filho e Ratto (2008); Silva *et al.* (2008); Namba e Toso (2009); Rocha e Leonardi. (2010); Nichetti *et al.* (2010); Tanajura e Cabral (2011); Konagano *et al.* (2011); Marchi e Milnitz (2011); Lemos e Morais (2012); Lemos, Vale e Morais (2012); Medeiros e Gerber (2013); Rodrigues e Santos (2013); Fontes *et al.* (2014); Melo *et al.* (2014); Piovesan, Silva e Filho (2014); Brito *et al.* (2014); Dias *et al.* (2014); Santos *et al.* (2014); Monteiro *et al.* (2014).

A partir da análise feita nos artigos, foi possível classificar e fazer uma estratificação dos tipos de modelos matemáticos utilizados em cada trabalho. Com um percentual de 53,8%, a Programação Linear (PL) foi considerada como um dos modelos mais utilizados na resolução dos problemas de PAP. A Programação Linear Inteira Mista (PLIM) e Heurística (H) apresentaram-se com um percentual de 7,7%. Alguns trabalhos não especificaram o tipo de modelo, apenas demonstraram a utilização de Modelos Matemáticos (MM), quantificando-se em um percentual de 7,7% dos trabalhos investigados. Com um percentual de 3,8% se classificaram os Não Específicos (NE), sendo esses, os trabalhos que não especificaram o tipo de modelo/método matemático utilizado. Por fim, o Método de Focalização (MF), Programação Inteira Binária (PIB), Método Heurística de Busca Exaustiva (MHBE) e Programação Não Linear (PNL), apresentaram um percentual de 7,7%, respectivamente.

Dos nove diferentes *softwares* encontrados nos trabalhos, a Planilha *Excel* com o emprego da ferramenta *Solver* é considerada a mais utilizada, com um percentual de 26,9%. 23,1% dos trabalhos pesquisados não especificaram o *software* utilizado na pesquisa. A Planilha Eletrônica do *Excel* apresentou um percentual de utilização de 19,2%. *GAMS/CPLEX 12.3* e Planilha Eletrônica *Excel* e o *GAMS 22.6/SOLVER CPLEX 11.0*, apresentaram um percentual de 7,7%, respectivamente. O *CPLEX*, *IBM*, *ILOG Optimization Studio*, *GLPK Versão 4.9* e *AMPL CPLEX Versão 9.1*, *LINGO 12.0* e *MATLAB 2008*, apresentaram um percentual de 3,8%, respectivamente.

### 4 CONCLUSÃO

Diante da análise dos artigos levantados sobre o PAP, foi possível identificar que os principais modelos utilizados nos trabalhos foram os modelos de Programação Linear, totalizando um percentual de 53,8%. Já o *Software* utilizado com mais predominância foi a Planilha do *Excel* com emprego do *Solver*, totalizando um percentual de 26,9%. Com base nesse estudo, sugere-se o levantamento e análise de trabalhos sobre essa temática, no âmbito internacional. Também, sugere-se a construção de uma interface amigável com utilização do *Excel/VBA/GAMS-Solvers* e emprego de modelos matemáticos baseados em Programação Linear, para diversas estratégias utilizadas na construção de um Plano Agregado da Produção.

### REFERÊNCIAS

BARRA, R. B. M.; SOUZA, A. E. C.; MUTRAN, V. M.; SEPTIMIO, A. S.; MARTINS, V. W. B. M. *Modelagem de um sistema de gerenciamento e planejamento agregado de uma usina de processamento de castanha do Pará utilizando um método heurístico de busca exaustiva*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de Outubro de 2014. **Anais...** XXXIV ENEGEP, 2014.

BRITO, T. O.; BEZERRA, D. S.; MOREIRA, C. R. M.; *et al.* *Aplicação da programação linear para alocação otimizada de recursos em uma indústria de processamento de fibras de coco*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de Outubro de 2014. **Anais...** XXXIV ENEGEP, 2014.

CEZARINO, W.; FILHO, O. S. S.; RATTO, J. R. *Planejamento Agregado da Produção: modelagem e solução via planilha excel & solver*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de Outubro de 2008. **Anais...** XXVIII ENEGEP, 2008.

DIAS, I. F.; PAIVA, L. P. S. PAULA, J. F. R.; SILVA, G. *Aplicação da programação linear para otimização do processo produtivo em uma empresa têxtil*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de Outubro de 2014. **Anais...** XXXIV ENEGEP, 2014.

KONAGANO, K. S. H.; LIMA, R. do. N. P.; SANTOS, Y. B. I.; MORAES, M. de. S. O. *Aplicação da programação linear para a utilização otimizada de recursos disponíveis em uma empresa de produção de camarão*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 2011, Bauru. **Anais...** XVIII SIMPEP, 2011.



LEMOS, F. K.; VALE, M. P.; MORAIS, C. F. *Planejamento agregado da produção no setor sucroalcooleiro considerando alternativas de colheita sob perspectiva da cogeração*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de Outubro de 2012. **Anais...** XXXII ENEGEP, 2012.

LEMOS, K. F.; MORAIS, B. L. *Modelo linear inteiro misto para planejamento agregado da produção em bovinocultura de corte*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de Outubro de 2012. **Anais...** XXXII ENEGEP, 2012.

MARCHI, J. J.; MILNITZ, D. *Modelo de otimização da produção através de programação linear: uma aplicação inicial em uma indústria do setor gráfico*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 2011, Bauru. **Anais...** XVIII SIMPEP, 2011.

MEDEIROS, S. S.; GERBER, J. Z. *Desenvolvimento de um método para auxiliar na elaboração do planejamento agregado da produção*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de Outubro de 2013. **Anais...** XXXIII ENEGEP, 2013.

MELO, I. M.; BARBOSA, H. S.; MIRANDA, C. C.; SANTOS, Y. B. I.; OLIVEIRA, R. G. D. *Minimização de custos em uma empresa siderúrgica pelo uso da programação linear*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de Outubro de 2014. **Anais...** XXXIV ENEGEP, 2014.

MONTEIRO, A. S.; JUNIOR, A. P. R.; JUNIOR, C. H. de L. S.; CUSTODIO, K. C.; SANTOS, Y. B. I. *Modelo de planejamento agregado da produção: um estudo de caso na indústria de sacos e plásticos*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2014, Bauru. **Anais...** XXI SIMPEP, 2014.

NETO, A. R.; TOSATI, M.; DEIMLING, M. F. *Aplicação da programação linear no planejamento e controle da produção: definição do mix de produção de uma indústria de bebidas*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14, 2007, Bauru. **Anais...** XII SIMPEP, 2007.

NICHETTI, D. V.; TIBURCIO, D. M.; GUEDES, G. B.; BARBOZA, A. O.; STEINER, M. T. A. S. *Otimização na programação de horários de trabalho de funcionários aplicada em hospitais*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17, 2010, Bauru. **Anais...** XVI SIMPEP, 2010.

PIOVESAN, J.; SILVA, L. G. O.; FILHO, A. T. A. *Modelo de planejamento agregado multiproduto em uma indústria metalúrgica*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Curitiba, PR, Brasil, 07 a 10 de Outubro de 2014. **Anais...** XXXIV ENEGEP, 2014.

ROCHA, J. A.; LEONARDI, F. *Aplicação de heurísticas em confecção têxtil de médio porte*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17, 2010, Bauru. **Anais...** XVI SIMPEP, 2010.

RODRIGUES, E. C. N.; SANTOS, Y. B. I. *Aplicação da programação linear na minimização dos custos de produção em uma indústria de processamento de açaí de pequeno porte no município de Belém*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20, 2013, Bauru. **Anais...** XX SIMPEP, 2013.

SANTOS, Y. B. I.; RODRIGUES, A. F. B.; CARVALHO, L. M.; QUEIROZ, L. P. M.; FERREIRA, L. P. *Aplicação da programação linear na maximização dos lucros de produção em uma cachaçaria regional*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2014, Bauru. **Anais...** XXI SIMPEP, 2014.

SILVA, A. F. da.; MONTEVECHI, J. A. B.; MARINS, F. A. S.; NEVES, S. M.; DUARTE, R. N. *Modelagem e otimização do planejamento agregado da produção de uma usina sucroalcooleira*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16, 2009, Bauru. **Anais...** XVI SIMPEP, 2009.

SILVA, M. C.; ALMEIDA, J. F. de F.; CONCEIÇÃO, S. V. *Modelos de balanceamento em uma linha multi-produto de uma empresa do segmento E.M.S*. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15, 2008, Bauru. **Anais...** XV SIMPEP, 2008.

TANAJURA, A. P. M.; CABRAL, S. *Planejamento de vendas e operações (s&op): um estudo de caso numa petroquímica*. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de Outubro de 2011. **Anais...** XXXI ENEGEP, 2011.