



## Análise das metodologias nos estudos de Balanceamento de Linha.

Amanda Trojan Fenerich<sup>1</sup> (UNESPAR/FECILCAM) - amanda.fenerich@gmail.com

Alisson Leigus<sup>1</sup> (UNESPAR/FECILCAM) – alisson.leigus@gmail.com

Roberto Carmassio<sup>1</sup> (UNESPAR/FECILCAM) – beto.epa@hotmail.com

Rafael Silveira<sup>1</sup> (UNESPAR/FECILCAM) – rafael.caipora@hotmail.com

Rony Peterson da Rocha<sup>2</sup> (GEPPGO, DEP/FECILCAM) - petersonccbpr@gmail.com

*Resumo: O balanceamento de Linha tem como principal objetivo atribuir as tarefas aos postos de trabalho, de forma a aumentar a eficiência pela correta distribuição das tarefas. Porém alguns fatores devem ser considerados no balanceamento, tais como os indicadores ergonômicos. Desta forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre as metodologias utilizadas nos estudos de balanceamento de linha. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e digital, quanto aos meios, e quanto aos fins é classificada como descritiva, sendo que o método de abordagem utilizado foi o quali-quantitativo. As metodologias utilizadas pelos autores dos trabalhos encontrados na revisão de literatura foram agrupadas em seis grupos, e os trabalhos foram classificados em um destes grupos, sendo que apenas um trabalho se enquadrou na metodologia que considerava os índices ergonômicos no cálculo do balanceamento de linha.*

*Palavras-chave: Postos de trabalho; Métodos de alocação; Indicadores ergonômicos.*

### 1. Introdução

O Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) são abordados como uma subárea das dez grandes áreas da Engenharia de Produção, definidas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), denominada Engenharia de Operações e Processos da Produção.

Um das atividades realizadas pelo PPCP é a programação da produção. Esta atividade busca implementar um programa de produção que atenda ao plano mestre de produção gerado, e está dividida, conforme Tubino (2009, p.101) em: “administração dos estoques, sequenciamento e emissão/liberação de ordens”.

Ainda segundo o Tubino (2009, p.101), a “adequação do programa gerado aos recursos disponíveis é função do sequenciamento, que depende do tipo de sistema produtivo que se está programando”. Em sistemas de produção em massa, tem-se a utilização do Plano Mestre de Produção (PMP) para a definição dos tempos de ciclos que serão implantados nas

---

<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR/Fecilcam, Campus de Campo Mourão.

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão. Especialista em Gestão Ambiental pela FECILCAM - Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. Professor do Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR/Fecilcam.. Áreas de atuação: Planejamento, Programação e Controle da Produção; Sínteses e Otimização de Processos.

linhas de montagem. A partir destes tempos, é possível fazer o balanceamento de linha, também entendido como o sequenciamento dos postos de trabalho. (TUBINO, 2009)

Em função da melhoria que o balanceamento de linha proporciona no processo, principalmente em linhas de montagem, ele é usualmente o foco nos estudos de muitas pesquisas.

Desta forma, este artigo tem como objetivo apresentar uma revisão de trabalhos publicados, bem como trabalhos de graduação, que tratam sobre o balanceamento de linha, além de analisá-los quanto à metodologia utilizada para o estudo, uma vez que estas metodologias se diferem quanto à utilização ou não de índices ergonômicos no cálculo do balanceamento de linha.

O artigo está estruturado em seis partes. Após a contextualização e ambientalização da pesquisa, o referencial teórico-conceitual referente ao Balanceamento de Linha é brevemente exposto. Em seguida, a metodologia é apresentada. Na quarta parte, a revisão de literatura dos trabalhos encontrados é detalhada. Os resultados e discussões são apresentados na sexta parte, seguidos das considerações finais. Por fim, as referências são listadas.

## 2. Balanceamento de Linha

O Balanceamento de Linha (BL), conforme Ritzman e Krajewski (2004, p. 208), “é a atribuição de trabalhos a estações em uma linha de modo a obter o índice de produção desejado com o menor número de estações de trabalho”.

Esta definição sugere que a linha que produz ao ritmo desejado com o menor número de trabalhadores é a mais eficiente, uma vez que a meta do BL é a obtenção de estações de trabalho com cargas bem balanceadas.

Seguindo o mesmo raciocínio, Moreira (2009, p. 381) define a tarefa do BL como sendo a “de atribuir as tarefas aos postos de trabalho de forma a atingir uma dada taxa de produção e de forma que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos”.

Ainda segundo Moreira (2009, p.381), um posto de trabalho é o espaço ocupado por uma ou mais pessoas, e mesmo que haja uma só pessoa no posto de trabalho, mais de uma tarefa ou operação pode ser alocada ao posto, como demonstra a Figura 1:

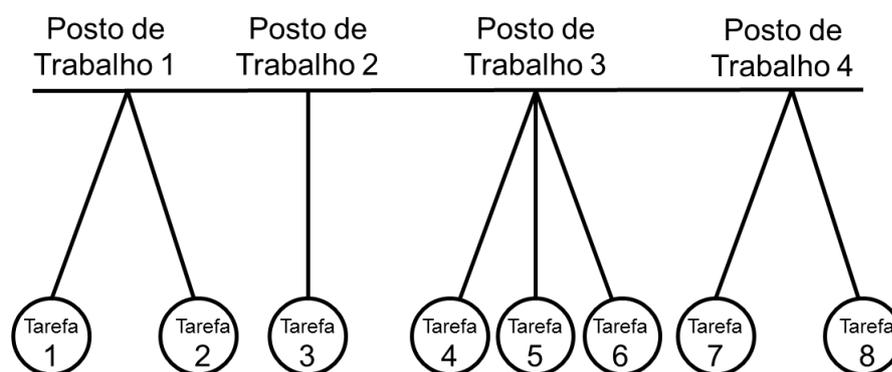


FIGURA 1 – Aspecto simplificado de uma Linha de Montagem. Fonte: Adaptado de Moreira (2009).

O número mínimo de postos de trabalhos necessários (N) é dado pelo quociente entre o conteúdo de trabalho (soma dos tempos das tarefas) e o tempo de ciclo (tempo disponível em cada posto de trabalho). E a eficiência do balanceamento de linha é definida como o quociente entre o tempo de trabalho efetivo na linha e o tempo total disponível (MOREIRA, 2009).

Alguns métodos de alocação buscam soluções ótimas para o problema do balanceamento de linha, ou seja, pretendem maximizar a eficiência da linha. Porém são poucos os autores que consideram alguns fatores que podem afetar a eficiência, Ritzman e Krajewski (2004, p. 212) ressalta que “além de balancear uma linha, os gerentes também precisam considerar: ritmo, fatores comportamentais, modelos produzidos e duração do ciclo”.

Os principais métodos heurísticos de alocação são: Método de Hegelson e Birnie; Método de Kilbridge e Webster. Estes métodos heurísticos, apesar de não oferecer soluções ótimas para o problema do balanceamento de linha, buscam soluções razoáveis para problemas práticos.

O Método de Hegelson e Birnie “consiste em dar um peso a cada tarefa, que é igual ao seu tempo de execução somado aos tempos de execução de todas as tarefas que lhe seguem. As tarefas são alocadas aos postos de trabalho na ordem decrescente de seus pesos” (Moreira, 1996, p. 415).

Já a sequência de passos para utilização do Método de Kilbridge e Webster é descrita por Moreira (1996, p. 418): “Contar o número total de tarefas precedentes; são alocadas as tarefas na ordem crescentes do número de predecessores; no caso de empate, aloca-se primeira aquela com maior duração e assim sucessivamente”.

Outro ponto importante a ser considerado no estudo do Balanceamento de Linha são os índices ergonômicos. Estudos comprovam que a ergonomia contribui sensivelmente para o aumento da produção e, conseqüentemente, para o aumento da eficiência. Com isso, certamente os benefícios do BL ficariam mais evidenciados quando observados indicadores ergonômicos, como por exemplo, os citados por Nogueira (2008, p. 70):

“Quantidade de afastamentos oriundos de mobiliário ergonomicamente inadequado; Quantidade de estações de trabalho ergonomicamente preparados para o empregado em relação aos demais equipamentos disponibilizados para os empregados na organização; Indicadores antropotecnológicos (número de treinamentos efetuados ou empregados treinados na utilização de um novo equipamento ou software, fundamental para a produção da empresa ou seu avanço tecnológico); Indicadores cognitivos e/ou psicodinâmicos (que afetam a satisfação do empregado em relação ao trabalho, nos níveis de conhecimento técnico necessário/exigido na função; sobrecarga física; sobrecarga psicológica ou stress; interação do grupo e cooperação)”.

### **3. Metodologia**

A pesquisa classifica-se, quanto aos meios, como pesquisa bibliográfica e digital, e quanto aos fins, como descritiva. O método de abordagem utilizado foi o quali-quantitativo.

A revisão de literatura foi realizada em nível nacional, sendo considerados anais de eventos, revista e trabalhos de graduação. Esta foi delineada em função da busca por trabalhos que descrevem, de alguma forma, o estudo do balanceamento de linha, e que foram apresentados nos seguintes eventos: Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) e Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Também foi considerada a busca na revista Gestão & Produção e nos trabalhos de graduação do DEP/Fecilcam. Para ambas as buscas, foram estabelecidas a limitação temporal dos últimos dez anos, e utilizou-se o seguinte termo chave: balanceamento de linha.

Os trabalhos encontrados na literatura foram analisados em função: a) do número de funcionários; número de postos de trabalho e eficiência (antes e depois de realizar o BL); b) da metodologia utilizada pelos autores no estudo.

Estabeleceu-se um padrão na classificação da metodologia, descritos no Quadro 1, a fim de obter resultados para a análise comparativa.

Metodologia	Descrição
A	Qualitativo e/ou Quantitativo; com método de alocação específico*.
B	Qualitativo e/ou Quantitativo; sem método de alocação específico.
C	Qualitativo e/ou Quantitativo; com utilização de Software**; com método de alocação específico.
D	Qualitativo e/ou Quantitativo; com utilização de Software; sem método de alocação específico.
E	Qualitativo e/ou Quantitativo; com ou sem utilização de software; com ou sem método de alocação específico; com utilização de índices ergonômicos.

QUADRO 1 – Descrição das metodologias adotadas.

\* Trata-se de métodos descritos por Moreira (2009) tais como: Hegelson e Birnie; Lilbridge e Webster; ou Recursos do Peso Posicional;

\*\* Trata-se de Softwares específicos para o cálculo do Balanceamento de Linha.

Fonte: Elaborada pelos autores (2011).

O objetivo desta análise foi determinar a porcentagem de pesquisas que levaram em consideração os índices ergonômicos no cálculo do balanceamento de linha. Os resultados foram apresentados em forma de tabelas e gráficos.

#### 4. Revisão de Literatura: Balanceamento de Linha

Ferreira e Andriolli (2001) apresentam em seu trabalho o uso da internet e programas de computadores para a otimização do processo, e mostram que estes programas ajudam a solucionar problemas de lotes ou balanceamento em suas empresas, ou então, para facilitar o acesso de estudantes a estas soluções.

Silva, Sampaio e Candido (2002), em seu artigo sobre o problema de formação de grupos e balanceamento de linhas de montagem SMT (Surface Montage Technology), definiram os tempos, os números de componentes e o balanceamento de linha da produção.

Reis, Gopfert e Mello (2003) realizaram o balanceamento de um posto de trabalho em uma indústria automobilística, definiram o número de operadores para 6, reduzindo 1 operador, o método utilizado para chegar aos resultados pretendidos foi o método de maior candidato, que não garante uma solução ótima, mas leva à soluções satisfatórias, que se aproximam do verdadeiro ótimo.

Otino (2003) realizou em sua obra intitulada como Balanceamento de Linhas no Sistema Produtivo de Abate e Processamento de Frangos, a verificação da relação do balanceamento de linha na sala de cortes com a eficiência do sistema produtivo de processamento de frangos. Para o cálculo da eficiência da linha de produção utilizou-se a técnica do peso da posição, onde se encontrou uma eficiência de 58,95%.

Zufa (2004) realizou o balanceamento de linha em um frigorífico no setor de embalagem da lingüiça calabresa, utilizando o Estudo dos Tempos e os métodos de alocação Hegelson e Birnie e Lilbridge e Webster. Os resultados obtidos mostram uma redução significativa nos número de postos de trabalho e conseqüentemente o número de funcionários, acarretando em redução de custos no processo.

Zanin (2004) realizou o balanceamento de linha no processo de abate bovino em um frigorífico. Usando o método de Estudo dos Tempos realizou a alocação de tarefas através dos

métodos Hegelson e Birnie e Lilbridge e Webster. Os resultados obtidos mostram uma redução significativa no número de trabalhadores, acarretando redução de custos.

Sottocorno (2004) fez um estudo do balanceamento de linha de abate e industrialização de aves em um frigorífico, onde os resultados obtidos mostram que a indústria opera com uma eficiência de aproximadamente 100% se alocar um funcionário de um setor ao outro. Para estes resultados foram utilizadas as metodologias do Estudo dos Tempos e metodologias de alocações não específicas.

Estéfano (2004) realizou o balanceamento de linha em um frigorífico, na embalagem de salame, onde os resultados obtidos mostram que a empresa opera em uma eficiência eficaz e não é necessário modificações no quadro de funcionários e postos de trabalho. As análises foram realizadas utilizando o método do Estudo dos Tempos e métodos de alocações não específicos.

Ferreira (2004) realizou o balanceamento de linha no sistema de produção de frangos, utilizando os métodos de Hegelson e Birnie e também Lilbridge e Webster para alocações. Foi utilizado também o método do Estudo dos Tempos, onde os resultados obtidos mostram uma redução do número de funcionários da empresa e melhor alocação das tarefas nos postos de trabalhos.

Santoro e Fonseca (2005), desenvolveram um software para o balanceamento de linha, este programa foi codificado de maneira a permitir a inclusão de novos modelos e melhorias, como a inserção de novas restrições, possibilitando a resolução de outros tipos de balanceamento.

Bilibio (2005) objetivou principalmente o balanceamento de linha para equalizar as atividades envolvidas no setor de cortes do frigorífico. Utilizou o método do Estudo dos Tempos, considerando os índices ergonômicos, onde ao fim do estudo, observou-se que algumas atividades contavam com um número maior de funcionários que o necessário e que os índices ergonômicos influenciaram diretamente no rendimento de cada funcionário.

Marciano (2005) objetivou a maximização dos postos de trabalho e mão de obra da empregada. Realizando o balanço de linha observou-se que havia sobrecarga de trabalho aos funcionários, onde se mostrou necessário aumento no quadro de funcionários de 43 para 47. O que causou redução no índice de produtividade de 9,3% por Mão de obra.

Arruda (2005) em sua obra Balanceamento de Linha no Processo de Corte de Aves na Nórea Manual objetivava apresentar como o balanceamento de linha poderia contribuir para a eficiência na utilização dos postos de trabalho no processo de corte de aves na nórea manual, o balanceamento possibilitou uma diminuição de 44 para 40 funcionários.

Liberal (2005) realizou o balanceamento de linha da Autoclave Plena A 16 Litros, através do Estudo dos Tempos e o uso de métodos de alocação não específicos, onde os resultados mostram que a empresa necessita da contratação de mais funcionários, aumentando os postos de trabalho para atender a taxa de produção almejada.

Frestugatto *et al* (2006) realizaram o balanceamento de linha na empresa Atlas Eletrodomésticos Ltda, propondo uma nova configuração, onde foram eliminados 6 operadores e sete estações de trabalho, reduzindo assim a ociosidade do sistema de 26% para 11%, e o gargalo aumentou, passando de 141 para 154 fogões/hora.

Talgatti (2006) realizou o balanceamento de linha no setor de miúdos externos, utilizando o Estudo dos Tempos e para alocação os métodos Hegelson e Birnie e também Lilbridge e Webster. Os resultados mostram que a empresa produz mais que a capacidade e necessitava da contratação de mais funcionários, aumentando o número de postos de trabalho.

Oliveira (2006) estudou como o balanceamento de linha na mesa do bonelles leg poderia auxiliar na avaliação da eficiência dos postos de trabalho. Calculando o número de funcionários necessário chegou-se a 50 funcionários, 4 a menos que o quadro de funcionários atual. Chegando assim a uma eficiência teórica de 99,70 %.

Farnes e Pereira (2006) realizaram um estudo sobre balanceamento de linha em uma empresa industrial de eletrodomésticos, utilizando-se do método de alocação de recursos do peso posicional, no qual foram implantados modelos heurísticos. Desta maneira concluíram que com o Promodel foi possível visualizar o funcionamento da linha, e dar o tempo adequado de execução de tarefa.

Rocha e Oliveira (2007) realizaram um estudo de caso sobre o balanceamento de linha na mesa Boneless leg (BL). Com a aplicação da técnica do balanceamento de linha, identificaram que são necessários 50 funcionários, 4 a menos que o quadro atual, ou seja, percebeu-se que existe ociosidade na linha de produção.

Gerhardt, Fogliatto e Cortimiglia (2007) realizaram um estudo de caso em uma linha de montagem de refrigeradores em uma indústria de eletrodomésticos, com o objetivo de estudar a adoção de linhas de montagem capazes de alternar diferentes modelos de um mesmo produto. Foi introduzido uma metodologia baseada no conhecimento obtido, denominada Knowledge Based Design Methodology (KBDM). Este indicador obteve uma melhora de 31% a partir da diminuição do tempo ocioso da linha, assim possível aumentar sua produção de refrigeradores por turno de trabalho.

Lorenzetti (2007) realizou o balanceamento de linha no processo de abate de frangos de um frigorífico, utilizando um método Qualitativo e Quantitativo com métodos de alocação Hegelson e Birnie e também Lilbridge e Webster, onde os resultados sugerem a redução do número de funcionários, acarretando em redução de custos e melhor eficiência.

Dembogurski, Oliveira e Neumann (2008) realizaram um estudo para otimizar a capacidade produtiva de um centro de distribuição de medicamentos (CDM). Com a aplicação da técnica de balanceamento de linha foi possível o aumento da produtividade em todos os setores implantados. O absentismo e a resistência as mudanças propostas por parte dos funcionários foram características constantes presentes durante o estudo.

Kloster (2008) realizou um estudo de balanceamento da linha em um frigorífico no setor de desossa do traseiro bovino, através de um método Qualitativo e Quantitativo sem métodos de alocação específicos, onde obteve resultados referentes à redução do número de funcionários acarretando redução de custos do processo.

Silva, Almeida e Conceição (2008) realizaram um estudo em uma empresa de remanufatura de cartuchos, com o objetivo de propor e projetar o balanceamento de uma linha multi-modelo, sem o uso de alocação de recursos, e através da implantação de modelos em softwares. Assim concluíram que as soluções encontradas pelo SALB são mais eficientes e geram menores custos.

Oliveira *et al* (2009) realizaram um estudo em um frigorífico bovino, com o objetivo de realizar o balanceamento de linha na linha desossa do traseiro, através de uma metodologia quali-quantitativa, sem o uso de alocação de recursos. Desta maneira houve uma redução da taxa de ociosidade de 12%, uma redução de 58% dos postos de trabalhos e redução de oito operadores.

Fernandes (2009) verificou como o balanceamento de linha no setor de abate bovino pode auxiliar na melhoria da eficiência dos postos de trabalho. Levou a perceber que a quantidade de funcionários era inadequada para o número de produção atual.

Machado, Urbina e Eller (2010) realizaram a aplicação das técnicas de balanceamento de linha, objetivando aumentar a capacidade em uma linha de manutenção e revisão de aeronaves. Foi realizada uma pesquisa exploratória com a utilização do método de estudo de caso único. Com o estudo, conclui-se que é possível obter resultados satisfatórios com a utilização da metodologia de balanceamento de linha de montagem na otimização de linhas de manutenção, frisando a importância do comprometimento dos funcionários para chegar ao objetivo esperado.

Souza, Neto e Borba (2010) realizaram um trabalho visando expor a utilização do método de análise de tempos pré-determinados MTM-A1 em uma empresa do setor de cosméticos, com o objetivo de fornecer a base para o balanceamento de uma linha de produção. Concluíram que a utilização do módulo MTM – A1 na empresa do setor de cosméticos foi adequada visto que o processo analisado era de movimentos muito repetitivos e pequenos, sendo assim, necessitava da visão “micro” sobre o mesmo para que fosse possível identificar melhorias no tempo do processo.

Fernandes *et. al* (2010) realizaram um trabalho em uma indústria frigorífica, localizado no interior do Estado de Goiás/GO, com objetivo de avaliar como o balanceamento de linha no setor de abate de bovinos pode auxiliar na melhoria da eficiência dos postos de trabalho. Identificaram que a indústria possui um numero de funcionário maior que o necessário criando ociosidade na linha de produção, e sendo assim optaram por realocar estes funcionários em outros postos de trabalho aumentando sua eficiência e produtividade.

Silva (2010) objetivou em estudar o processo de corte de aves - Mesa Sassami. O estudo utilizando o método de Estudo dos Tempos, resultou em uma redução de quatro funcionários no processo e melhor alocou outros funcionários através dos métodos de alocação Hegelson e Birnie e Lilbridge e Webster, para outros setores da empresa evitando novas contratações.

## 5. Resultados e Discussão

A quantidade de artigos e trabalhos de graduação encontrados nos eventos, revistas e também no Departamento de Engenharia de Produção da Fecilcam, está descrita na Tabela 1:

TABELA 1 - Quantidade de trabalhos sobre Balanceamento de Linha encontrados nos eventos, revista e DEP/Fecilcam

<b>Evento/ Revista/ Trabalho de Graduação (TG)</b>	<b>Quantidade de Trabalhos Pesquisados</b>
ENECEP	3
SIMPEP	10
Revista Gestão&Produção	1
TG (DEP/Fecilcam)	16

Fonte: Elaborado pelos autores (2011).

Podemos perceber que a maioria dos trabalhos pesquisados corresponde aos trabalhos de graduação do DEP/Fecilcam, como demonstrado na Figura 2:

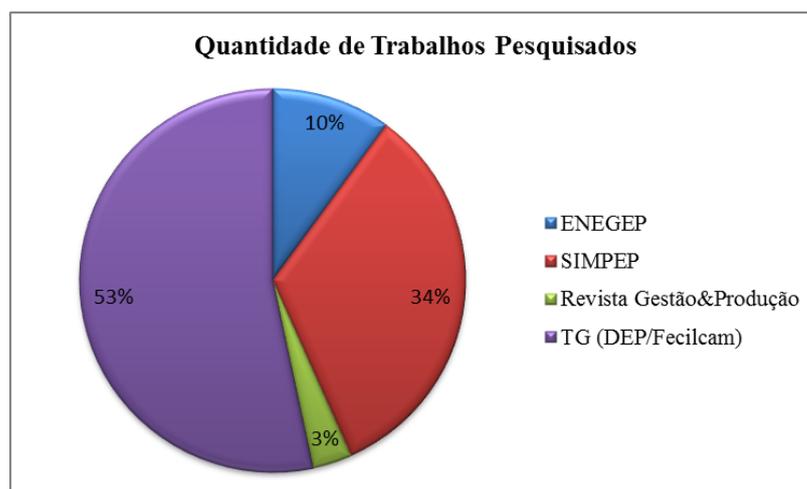


FIGURA 2 – Quantidade de Trabalhos pesquisados. Fonte: Elaborado pelos Autores (2011).

Desta forma, observa-se que o estudo do Balanceamento de Linha tem grande representatividade perante os trabalhos de graduação do Departamento de Engenharia de Produção (DEP/Fecilcam), uma vez que, quando comparadas às quantidades de trabalhos relacionadas ao tema, os trabalhos de graduação representam 53% do total de trabalhos encontrados sobre Balanceamento de Linha.

No total o DEP/Fecilcam conta atualmente com 20 trabalhos de graduação sobre Balanceamento de linha, dos quais 17 foram analisados. E o número total vem crescendo, pois a cada ano este tema tem sido foco do estudo de muitos acadêmicos da Engenharia de Produção.

Todos os trabalhos e artigos encontrados na revisão de literatura foram analisados quanto ao número de funcionários; ao número de postos de trabalho; e à eficiência, e também foram classificados quanto à Metodologia utilizada pelos autores, conforme as categorias A – E, como pode ser observado no Quadro 2:

Caracterização do processo	Número de funcionários		Nº de postos de trabalho		Eficiência		Metodologia
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	
Empresa Industrial de eletrodomésticos – Linha de Montagem	112	79	98	79	-	100%	C
Remanufatureira de tintas – linha multi-modelos	-	-	17	11	-	90%	D
Frigorífico – Linha de desossa do traseiro (LDT)	32	24	11	8	64%	91%	B
Software da internet para execução do balanceamento de linha	-	-	-	-	-	-	D
Balanceamento de linhas de montagem SMT	-	-	-	-	-	-	B
Indústria Automobilística	-	-	7	6			A
Software de balanceamento de linhas	-	-	-	-	-	-	D
Indústria de Eletrodomésticos	33	27	33	26	74	89	A
Frigorífico de Aves	54	50	2	2	92,34	99,7	A
Centro de Distribuição de medicamentos	47	47	4	4	-	-	A

QUADRO 2 – Análise dos trabalhos e classificação da metodologia (continua...)

Caracterização do processo	Número de funcionários		Nº de postos de trabalho		Eficiência		Metodologia
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	
Manutenção de Aeronaves	-	-	-	7	-	-	B
Empresa de Cosméticos – utilização do método MTM-A1	-	-	-	7	-	-	A
Frigorífico – Abate bovino	76	57	74	74	74%	99%	B
Indústria de Eletrodomésticos	-	-	12	9	-	-	A
Frigorífico - Desossa do traseiro bovino	58	50	61	-	-	-	B
Frigorífico - Processo de abate bovino	76	57	74	74	74%	99%	B
Frigorífico - Sala de cortes do processo de abate de frangos	260	239	-	-	-	75%	A
Frigorífico - Setor de miúdos externos	16	20	16	20	60,44%	76%	A
Montagem da autoclave plena A 16 litros	10	19	9	16	80,47%	84,71%	B
Frigorífico - Processo de cortes de aves na Nória manual	44	40	-	-	-	-	A
Frigorífico - Embalagem da lingüiça calabresa	30	-	30	19	-	83,29%	A
Frigorífico - Processo de abate bovino	77	62	-	-	-	-	B
Frigorífico - Abate e industrialização de aves	212	212	-	-	-	96,56%	B
Frigorífico - Embalagem de salame	46	46	-	-	-	86,60%	B
Frigorífico - Sistema de produção de frangos	14	13	-	4	59,55%	89,33%	A
Frigorífico - Sistema produtivo de abate e processamento de frangos	-	-	4	6	58,95%	-	A
Frigorífico - Desossa na mesa do Boneless leg	50	54	5	5	92,34%	99,70%	B
Frigorífico - Abate de Suínos	43	47	-	-	-	-	A
Frigorífico - Processo de cortes de aves - mesa Sassami	18	14	-	-	69,9%	89,9%	A
Frigorífico - Setor de cortes com Nória automática	151	148	-	-	-	-	E

QUADRO 2 – Análise dos trabalhos e classificação da metodologia (Fim.)

Fonte: Elaborado pelos autores (2011).

Pode-se perceber que, dos trabalhos que apresentam as informações do número de funcionários, do número de postos de trabalho e da eficiência antes e após a realização do Balanceamento de Linha, em grande maioria houve a diminuição do número de funcionários e de postos de trabalho, e um aumento na eficiência.

Após classificados quanto às Metodologias utilizadas, verificou-se a porcentagem de trabalhos em cada categoria A – E, como mostra a Figura 2:

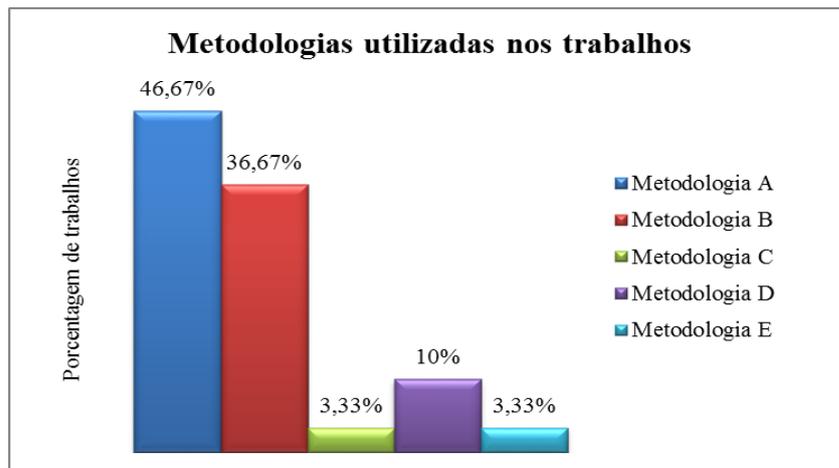


FIGURA 3 – Porcentagem de trabalhos em cada categoria de Metodologia. Fonte: Elaborada pelos autores (2011).

Com isso, pode-se concluir que apenas um trabalho, o que corresponde a 3,33% do total de trabalhos pesquisados, utilizou-se da Metodologia E, sendo esta a que considera e utiliza os índices ergonômicos no cálculo do alanceamento de linha.

## 6. Considerações Finais

A importância de considerar os indicadores ergonômicos ainda não foi plenamente percebida por muitos autores no momento dos mesmos aplicarem o balanceamento de linha. Certamente a avaliação e utilização destes indicadores nos estudos sobre o balanceamento de linha, não só auxiliaria na obtenção de resultados mais precisos e reais, mas também permitiria uma visão mais humana em relação à posição dos colaboradores em suas respectivas tarefas.

Desta forma, sugere-se um estudo de forma a propor procedimentos metodológicos na execução do balanceamento de linha, que considere os indicadores ergonômicos, uma vez que este tema é abortado por muitos acadêmicos em seus trabalhos de graduação.

## Referências

- ABEPRO. *Áreas e Subáreas de Engenharia de Produção*. 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&s=1&c=362>>. Acesso em: 20 abr. 2011.
- ARRUDA, Valeria. O Balanceamento de Linha no Processo de Corte de Aves na Nórea Manual. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 46, Ex. 1. Campo Mourão, 2004.
- ASSIS, R. *Balanceamento de uma Linha de produção*. 2010. Disponível em: <<http://www.rassis.com/artigos/Balanceamento.pdf>> . Acesso em set. 2011.
- BILIBIO, Aline da Cruz. *O Balanceamento de Linha no Setor de Corte do Frigorífico Aurora – Unidade de Quilombo – SC*. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 27, Ex. 1. Campo Mourão, 2005.
- BRAMBILLA, J. R. F. N.; FOLLMANN, A. F.; OLIVEIRA, G. A. . Aplicação da metodologia de balanceamento de linhas na empresa Atlas Eletrodomésticos Ltda.. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2006\\_TR450312\\_8123.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2006_TR450312_8123.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2011.
- DEMOGURSKI, R. A.; OLIVEIRA, M. Balanceamento de linha de Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em< [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enecep2008\\_TN\\_STO\\_069\\_490\\_11644.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enecep2008_TN_STO_069_490_11644.pdf)> . Acesso em: 08 set. 2011.

ESTÉFANO, O. *A influência do balanceamento de linha na embalagem de salame*. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2, nº 21, Ex. 1. Campo Mourão, 2008.

FARNES, V. C. F.; PEREIRA, N. A. Balanceamento de linha de montagem com o uso de heurística e simulação: estudo de caso na linha branca. In: Simpósio de Engenharia de Produção, XIII, 2006, Bauru. *Anais...* Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep\\_aux.php?e=13](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep_aux.php?e=13)>. Acesso em set. 2011.

FERNANDE, I. S.; *et al.* Utilização do método MTM-a1 para o balanceamento de uma linha de produção: Balanceamento de linha no processo de abate de bovino um estudo de caso In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, 2010, São Carlos. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STP\\_113\\_740\\_17287.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_113_740_17287.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2011.

FERNANDES, I. S.. *Balanceamento de linha no Processo de Abate Bovino: o caso do Frigorífico Minerva S/A – Unidade de Palmeiras de Goiás/GO*. 2009. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 48, Ex. 1. Campo Mourão, 2009.

FERREIRA, F. M. *Balanceamento de linha no sistema de produção de frangos*. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 19, Ex. 1. Campo Mourão, 2004.

FERREIRA, J. C. E.; ANDRIOLLI, G. F. Programas para a internet visando a determinação do tamanho de lote ótimo e o balanceamento de linha. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2001\\_TR12\\_0486.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2001_TR12_0486.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2011.

GERHARDT, M. P.; FOGLIATTO, Flávio Sanson; CORTIMIGLIA, Marcelo Nogueira. *Metodologia para o balanceamento de linhas de montagem multi-modelo em ambientes de customização em massa*. Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 2, p. 267-279, maio-ago. 20 Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/gp/v14n2/05.pdf>> Acesso em: Set 2011.

KLOSTER, J. P. *Balanceamento de linha na desossa do traseiro bovino – Estudo de caso JBS S.A. – Unidade Villhena/RO*. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2, nº 46, Ex. 1. Campo Mourão, 2008.

KRYZANIAK, E. *Sistema de balanceamento da linha de abate e industrialização de suínos*. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 4, Ex. 1. Campo Mourão, 2002.

LIBERAL, T. G. *Balanceamento de linha de montagem da Autoclave 16L na Cristófoli Equipamentos de Biossegurança*. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2, nº 29, Ex. 1. Campo Mourão, 2008.

LORENZETTI, M. V. *Balanceamento de linha sala de cortes do processo do abate de frangos na empresa SEARA/CAGILL ALIMENTOS*. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2, nº 41A, Ex. 1. Campo Mourão, 2008.

MACHADO, M. C.; URBINA, L. M. S.; ELLER, M. A. G. Planejamento de uma linha de manutenção de aeronaves. Aplicação dos conceitos de balanceamento.. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, 2010, São Carlos. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_113\\_743\\_16779.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_743_16779.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2011.

MARCIANO, C. *Balanceamento de linha no Processo de Abate de Suínos e Sua Influência na Produtividade – Estudo de Caso*. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 30, Ex. 1. Campo Mourão, 2005.

Moreira, Daniel A. *Administração da produção e operação*. São Paulo: Pioneira, 1996.

MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operações*. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

NOGUEIRA, F. E. *A importância de indicadores ergonômicos*. Ação Ergonômica, v.1. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/25/22>>. Acesso em: 27 set. 2011.

OLIVEIRA, A. M. *O Balanceamento de Linha no Setor de Abate de Um Frigorífico de Aves*. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 49, Ex. 1. Campo Mourão, 2010.

OLIVEIRA, C. C.; BOIKO, T. J. P.; MORAIS, M. F.; KLOSTER, J. P. P. Balanceamento de linha na linha de desossa do traseiro, operada por equipes de trabalho, em um frigorífico bovino. Simpósio de Engenharia de Produção, XVI, 2009, Bauru. *Anais...* Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=4](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=4)>. Acesso em set. 2011.

- OLIVEIRA, C. C. *O Estudo do Balanceamento de linha na mesa do Boneless Leg (BL)*. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 39, Ex. 1. Campo Mourão, 2006.
- OLIVEIRA, E. K. P. *O sistema de balanceamento da linha de abate e beneficiamento de aves*. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 14, Ex. 1. Campo Mourão, 2003.
- OTINO, Juliano H. *Balanceamento de Linhas no Sistema Produtivo de Abate e Processamento de Frangos*. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 14, Ex. 1. Campo Mourão, 2003.
- REIS, C. Z.; GOPFERT, L.; MELLO, R. R. Balanceamento de um posto de trabalho da área de pintura de uma indústria automobilística. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0114\\_1604.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0114_1604.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2011.
- RITZMAN, L; KRAJEWSKI, L. *Administração da produção e operações*. Tradução de Robertp Galman. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- ROCHA, R. P.; OLIVEIRA, C. C. Balanceamento de linha: Estudo de caso na produção de Boneless leg (bl) em um Frigorífico de aves. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007, Foz do Iguaçu. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007\\_TR570427\\_0532.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR570427_0532.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2011.
- SANTORO, M. C.; FONSECA, R. S. C. Software para balanceamento de linhas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25., 2005, Porto Alegre. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005\\_Enegep1101\\_0811.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1101_0811.pdf)> . Acesso em: 07 set. 2011.
- SILVA, K.; SAMPAIO, R. J. B.; CANDIDO, M. A. B.. Uma abordagem híbrida para o problema de Formação de grupos e balanceamento de linhas De montagem SMT In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002\\_TR12\\_0558.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR12_0558.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2011.
- SILVA, M. C. A.; ALMEIDA, J. F. 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, XV, 2008, Bauru. *Anais...* Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=2](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=2)> . Acesso em set. 2011.
- SILVA, U. *O Balanceamento de linha no processo de cortes de aves no frigorífico BRF – Brasil Foods S/A Unidade de Nova Mutum – MT*. Departamento de Engenharia de Produção – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 51, Ex. 1. Campo Mourão, 2010.
- SOTTOCORNO, J. O sistema de balanceamento de linha de abate e industrialização de aves. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2, nº 23, Ex. 1. Campo Mourão, 2008.
- SOUZA, C. K.; BORBA, M. Utilização do método mtm-a1 para o balanceamento de uma linha de produção: um estudo de caso em uma empresa do SETOR DE COSMÉTICOS. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30, 2010, São Carlos. *Anais...* Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STP\\_113\\_740\\_16679.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_113_740_16679.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2011.
- TALGATTI, D. O balanceamento de linha no setor de miúdos externos no frigorífico Aurora – FACH II Chapecó – SC. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2, nº 41, Ex. 1. Campo Mourão, 2008.
- TUBINO, D. F. *Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- ZANIN, A. Um estudo do balanceamento de linha no processo de abate bovino: O caso do frigorífico FRIBOI – Unidade ANDRADINA/SP. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2, nº24, Ex. 1. Campo Mourão, 2008.
- ZUFA, Marcos A. *O balanceamento de linha na embalagem da linguiça calabresa na Perdígão Agroindustrial – Unidade Industrial de Carambeí/PR*. Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial – Fecilcam. Categoria 1.2 nº 25, Ex. 1. Campo Mourão, 2004.