

## OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE COMPONENTE AUTOMOTIVO EM UMA EMPRESA METAL-MECÂNICA

### OPTIMIZATION OF AUTOMOTIVE COMPONENT PRODUCTION PROCESS IN A METAL-MECHANICAL COMPANY

Rodrigo Francisco Silva<sup>1</sup>

Gilson Eduardo Tarrento<sup>2</sup>

#### RESUMO

O mercado atual está cada vez mais competitivo e, analisando este contexto, as empresas visam à redução de custo, aumentar produtividade e excelência na qualidade, entre outras melhorias de seus processos. Assim sendo, elas buscam se adaptar às novas exigências do mercado, com aumento da efetividade nas suas operações através da implementação de boas práticas de gestão, criando um método confiável e que se sustente em fatos e dados. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a melhoria da produtividade no processo de montagem de componentes automotivos. A metodologia adotada baseou-se no mapeamento das atividades envolvidas no processo em questão, propondo o uso da técnica de balanceamento de linha para otimizar as atividades de montagem do componente. Os principais resultados obtidos por meio desta pesquisa consistiram na eliminação de uma atividade, que a princípio, era desnecessária, bem como em uma estimativa de 68% para 97% de melhoria na eficiência da linha.

**Palavras-chave:** balanceamento de linha, produtividade, melhoria.

#### ABSTRACT

Current market is increasingly competitive and thus enterprises aim at cost reduction, increasing productivity and excellence in the quality, among other improvements to its processes. Therefore, companies seek for adaptation to such market demands increasing the effectiveness in their operations through the implementation of management good practices, creating a reliable method which is supported in facts and data. This paper aimed to analyze production improvement in assembly process automotive components. Methodology consisted on mapping the activities involved in the in the process, suggesting the use of line balancing technique to optimize the component assembly activities. Results showed the elimination of an activity, which was unnecessary, as well as in an estimate of 68 % to 97 % of improvement in line efficiency.

**Key Words:** line balancing, productivity, improvement

---

<sup>1</sup>Graduado em Engenharia da Produção pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu - SP. Av. José Ítalo Bacchi, S/N - Jd. Aeroporto. CEP: 18606-851 - Botucatu-SP. e mail: rodrigofs11@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

## 1 INTRODUÇÃO

Nota-se que a necessidade das organizações é buscar a melhoria de seus produtos, elevar a produtividade e otimizar os recursos, sejam eles humanos, insumos ou outros que afetem diretamente os custos de produção. Diante deste contexto, uma das maneiras de atingir tais necessidades é através do uso da técnica de balanceamento de linha de produção, pois, de acordo com Martins e Laugeni (2006), por meio do balanceamento de linha, é possível melhorar a eficiência de tempo tanto dos operadores, quanto do uso das máquinas. O conteúdo total do processo de montagem é dividido entre as estações de trabalho, sem violar as relações de precedência de montagem (SOUZA et al., 2003). A quantidade total de trabalho do processo de montagem é dividida em operações elementares, chamadas de tarefas, que necessitam de um tempo para serem realizadas.

Vários pesquisadores constataram melhoria da eficiência do processo produtivo, após a aplicação da técnica do balanceamento de linha de produção, onde:

Miyata e Boiko (2012) relatam que com o uso da técnica do balanceamento de linha, constataram uma redução de 2,80% na sobrecarga de trabalho, aumentando a eficiência da linha de produção, na qual passou de 78,05% para 85,14%.

Dembogurski et al. (2008) também observaram que após a aplicação da técnica do balanceamento de linha, obteve-se uma redução no serviço extraordinário no setor de separação em 18%. Os autores também comentam que, após o balanceamento da linha, ocorreram efeitos positivos como, maior nivelamento da produção bem como maiores níveis de motivação dos funcionários.

Vilar e Araujo (2016) mostraram em seu trabalho que foi constatado um aumento do percentual na eficiência da linha de 24% para 82%, ocasionando um melhor aproveitamento dos recursos utilizados na empresa.

Efeitos semelhantes foram constatados no trabalho de Magatão et al. (2011), onde os autores obtiveram resultados que indicaram a viabilidade de ganhos de produtividade, bem como a distribuição de carga de trabalho de forma equilibrada entre as diversas estações de trabalho e operadores, proporcionando melhorias na condição operacional da linha estudada.

Junior et al. (2016) ressaltam que, ao fazer uso da técnica de balanceamento de linha, pode-se reduzir o número de funcionários, que passou de 11 para 10 na linha de montagem e , um aumento na meta diária, pois com o mesmo número de funcionários, a linha passou à ter capacidade produtiva 620 peças, 20 a mais que a meta atual.

Ainda, Wagmann e Araújo (2014) descrevem, em trabalho realizado, resultados onde o balanceamento da linha, favoreceu no aumento de eficiência de 68,23% para 84,65%.

Cardial et al. (2017) destacam resultados favoráveis obtidos como redução de atividades desnecessárias, ganho de tempo na operação de 201,09 segundos para 170,75 segundos, aumentando a eficiência da linha de 73,1% para 83,7%, e melhor distribuição das atividades.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o processo de montagem de um componente automotivo, alocando as tarefas empregadas na produção do mesmo, em postos de trabalho, e propor uma melhoria na eficiência por meio do uso da técnica de balanceamento de linha.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais utilizados**

Para a realização deste trabalho, basicamente, foi utilizado um cronômetro da marca Moure Jar, modelo MJ1822. Os tempos obtidos foram registrados em uma planilha eletrônica, para posterior análise e tratamento dos dados. Para a cronometragem de tempo, foram utilizadas 6 repetições, onde passou a valer a média de tempo da execução das atividades envolvidas na montagem do componente.

A metodologia deste trabalho baseou-se na cronometragem dos dados referentes à montagem do componente automotivo em questão e, posteriormente, apresentar para a supervisão da empresa, uma sugestão de melhoria no processo de montagem. Com base nos dados fornecidos pela área de métodos e processos e engenharia, referentes ao tempo alocados e atividades envolvidas na montagem do componente automotivo em questão, foi possível realizar o mapeamento do processo produtivo do componente e elaborar a rede de projetos, para posterior balanceamento de linha.

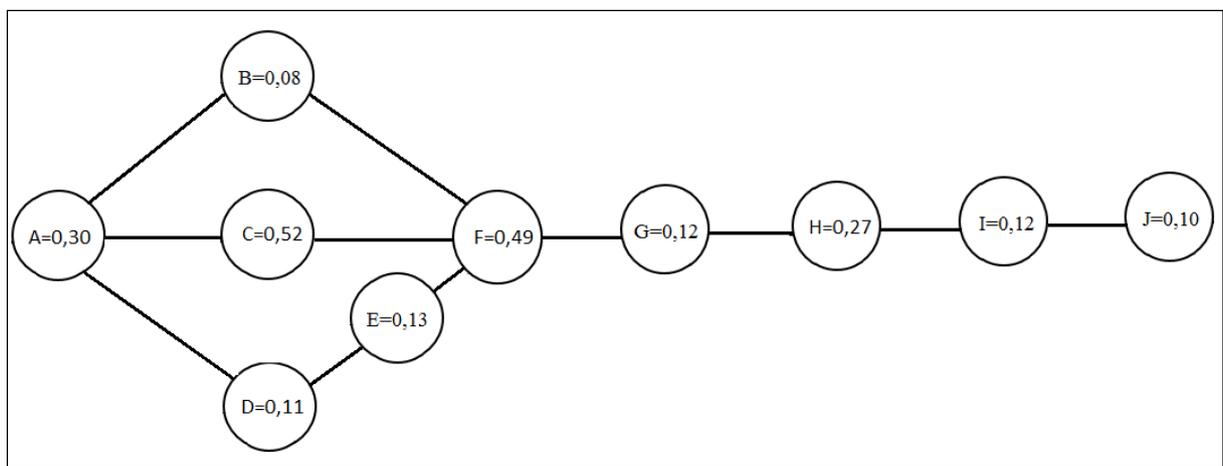
A Tabela 1 apresenta as respectivas atividades envolvidas na montagem do componente, seus tempos alocados na execução, bem como as tarefas precedentes.

Tabela 1 Atividades e Tempos

| ATIVIDADE | TEMPO MÉDIO | TAREFAS PRECEDENTES |
|-----------|-------------|---------------------|
| A         | 0,30        | NENHUMA             |
| B         | 0,08        | A                   |
| C         | 0,52        | A                   |
| D         | 0,11        | A                   |
| E         | 0,13        | D                   |
| F         | 0,49        | B, C, D e E         |
| G         | 0,12        | F                   |
| H         | 0,27        | G                   |
| I         | 0,12        | H                   |
| J         | 0,10        | I                   |

A Figura 1 mostra a rede atual do projeto de montagem do componente automotivo em questão.

Figura 1 - Rede de processos e atividades



Na Figura 1, é possível observar os registros de tempos de processos das atividades envolvidas na montagem do componente automotivo, assim como os registros das primeiras datas de início (PDI) e das últimas datas de início (UDI) de cada atividade envolvida na montagem. A PDI significa primeiro tempo, ou o momento, de início da atividade e a UDI significa o último tempo, ou momento, de início da atividade.

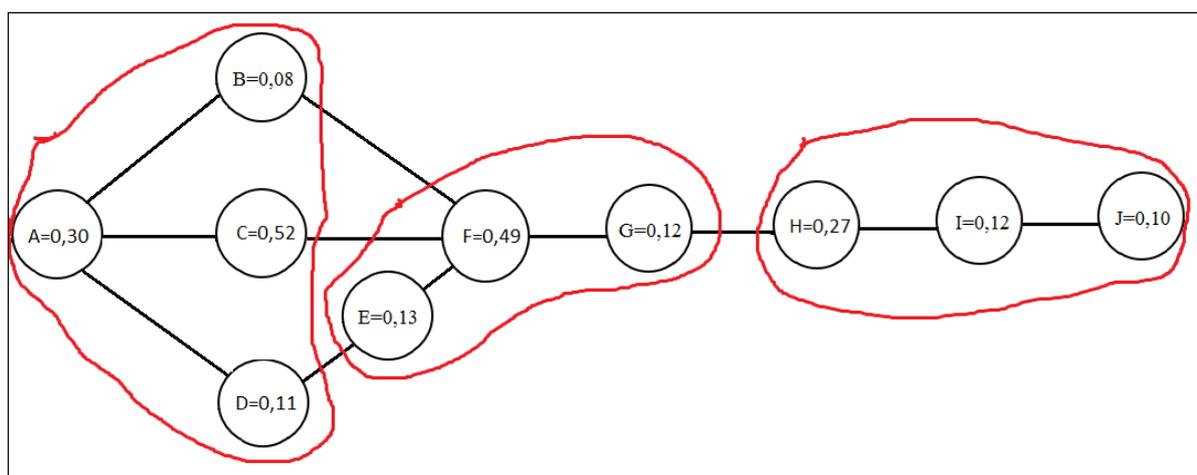
No processo de montagem do componente, após o alinhamento das estruturas, ocorre a fixação da parte A, em seguida a mesma é protegida com saco plástico. Em seguida, a parte B

é acondicionada na bancada, onde se remove a parte traseira da mesma e posiciona-se a estrutura sobre a parte B (atividade A).

Na sequência, ocorre a fixação da estrutura na parte B (atividade B) e, na sequência, é realizada a fixação dos parafusos inferiores da estrutura (atividade C). Logo após tem-se a furação dos componentes plásticos da parte B (atividade D), para posterior fixação por parafusos (atividade E), seguido do fechamento do componente com a parte traseira fixada também por meio de união mecânica com parafusos (atividade F). Nesta parte, o componente é deslocado até o local de montagem da parte C (atividade G), onde ocorre a fixação da parte C (atividade H). Seguindo o processo, é feita a furação para fixar as travas plásticas (atividade I), e, finalmente, a fixação das travas plásticas (atividade J).

A Figura 2 apresenta a situação atual da rede de projetos com o perfil já com o *layout* balanceado.

Figura 2 – Atual rede de projeto balanceada



Com base na Figura 2, nota-se que foram configurados três postos de trabalho obtidos através dos seguintes resultados;

Utilizando a Equação 1, proposta por Moreira (2002), o tempo de ciclo, ou simplesmente ciclo, é o tempo disponível, em cada posto de trabalho, para completar o grupo de tarefas alocadas em cada posto de trabalho. Por meio da Equação 1, obteve-se:

$$C = \frac{\text{tempo total disponível num dado período}}{\text{produção desejada no período}} \quad (1)$$

Então, aplicando a equação 1 tem-se;

$$C = \frac{8 * 60}{440} = \frac{480}{440} = 1,09 \text{ (minutos)}$$

Utilizando-se a Equação 2, apresentada por Moreira (2002), o número mínimo necessário de postos de trabalho (N) foi dado pelo quociente entre o conteúdo de trabalho da unidade do produto e o tempo de ciclo. Desta forma, dimensionou-se a quantidade de postos de trabalho.

$$N = \frac{\text{conteúdo do trabalho}}{\text{tempo de ciclo}} \quad (2)$$

A partir da equação 2 tem-se;

$$N = \frac{2,24}{1,09} = 2,05 = 3 \text{ (postos)}$$

Com a Equação 3, apresentada por Moreira (2002), a eficiência da linha de montagem é dada por;

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{conteúdo do trabalho}}{N * C} \quad (3)$$

Assim, tem-se;

$$\text{Eficiência} = \frac{2,24}{1,09 * 3} = \frac{2,24}{3,27} = 0,68$$

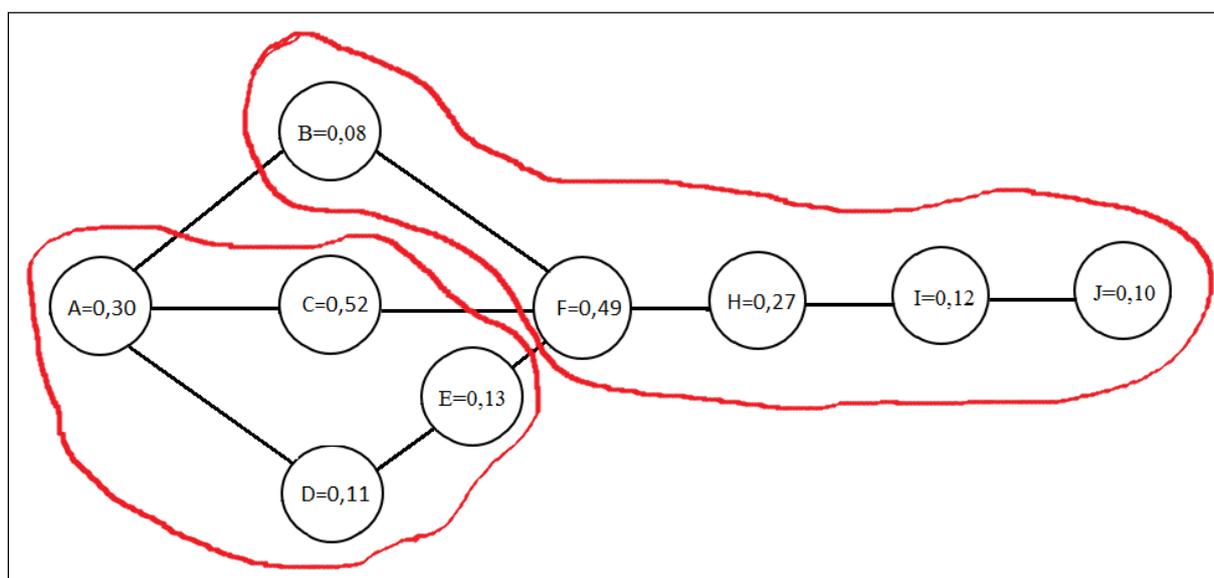
Analisando a Figura 2, nota-se a formação de 3 postos de trabalhos, sendo que as atividades A, B, C e D somando o tempo de 1,01 (minutos) formam o primeiro posto, a seguir as atividades E, F e G com 0,74 (minutos) compoem o segundo posto, e finalmente as atividades H, I e J totalizando 0,49 (minutos) o terceiro posto.

Neste sentido, na busca da otimização do processo produtivo da montagem componente automotivo em questão, foi proposta a eliminação da atividade G, em seguida, traçada uma nova rede de sequenciamento das tarefas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o mapeamento das tarefas envolvidas na montagem do componente automotivo, e verificada a eficiência atual de 68%, foi proposto o balanceamento da linha de produção, com o propósito de elevar a eficiência do processo de produção, conforme descrito na Figura 3.

Figura 3 – Rede de Atividades Balanceada



Nota-se, na Figura 3, que o balanceamento da linha de produção do componente automotivo foi esquematizado por meio de 2 postos de trabalho, o que anteriormente eram compostos por 3 postos, com o tempo de ciclo de 1,09 minutos e a eficiência da linha foi estimada em 97%, considerada significativa, tendo em vista a eficiência anterior, que era de 68%.

Por meio da Equação 4, descrita por Moreira (2002), foi possível calcular o tempo e ciclo da rede.

$$C = \frac{\text{tempo total disponível num dado período}}{\text{produção desejada no período}} \quad (4)$$

Então, aplicando a equação 4 tem-se;

$$C = \frac{8 * 60}{440} = \frac{480}{440} = 1,09 \text{ (minutos)}$$

Utilizando a Equação 5, apresentada por Moreira (2002), dimensionou-se a quantidade de postos de trabalho.

$$N = \frac{\text{conteúdo do trabalho}}{\text{tempo de ciclo}} \quad (5)$$

A partir da equação 5 tem-se;

$$N = \frac{2,12}{1,09} = 1,94 = 2 \text{ (postos)}$$

E, finalizando com a Equação 6, apresentada por Moreira (2002), a eficiência da nova linha de montagem proposta é dada por;

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{conteúdo do trabalho}}{N * C} \quad (6)$$

Assim, tem-se;

$$\text{Eficiência} = \frac{2,12}{1,09 * 2} = \frac{2,12}{2,18} = 0,97$$

Observa-se, na Figura 3, que a atividade G correspondente ao deslocamento da peça para a linha de montagem, foi suprimida do fluxograma do processo. O motivo proposto para a eliminação desta atividade, recai no fato de que a mesma, aparentemente, não agrega valor ao produto, haja visto que com a nova proposta de sequenciamento da produção, a operação seguinte, ou seja, a fixação da parte C, aqui representada pela atividade H, poderia ser executada na mesma linha ou esteira que o processo, como um todo, é sequenciado. Desta forma, ao contrário de se utilizar duas esteiras, todas as operações de montagem poderiam permanecer

em uma única esteira, eliminando assim a atividade G, correspondente a um deslocamento considerado, a princípio, desnecessário.

Com base na representação da Figura 3, observa-se que as atividades foram subdivididas em dois postos distintos de trabalhos, levando-se em conta que as mesmas são sequenciais, tem relações de precedência e não estropolam o tempo de ciclo que é de 1,09 (minutos), nos quais as atividades A, C, D e E, somam 1,06 (minutos), formam o primeiro posto, com a junção das atividades B, F, H, I e J (haja vista que a atividade “G” aqui está extinta), somando 1,06 (minutos) tem-se o segundo posto de trabalho. Entende-se que, o agrupamento das atividades supracitadas, nos respectivos postos de trabalho, tende a aumentar a produtividade do processo de montagem, tendo em vista que, o *layout* proposto com o novo balanceamento da linha de produção é dimensionado de forma a promover maior eficiência na montagem do componente automotivo em questão.

#### 4 CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado, entende-se que, após a aplicação da técnica do balanceamento de linha e a exclusão da atividade G do processo produtivo, os resultados obtidos apontam para uma melhoria significativa da produtividade na montagem do componente automotivo em questão, já que com a redução de 3 para 2 postos de trabalho a eficiência da linha de montagem tenderia a uma elevação de 68% para 97%.

Conclui-se, então, que a técnica do balanceamento de linha de produção tende a ser uma alternativa viável na busca de melhoria para o processo produtivo da empresa analisada.

#### REFERÊNCIAS

CARDIAL, H, F, M.; ROCHA, S, P, B.; GOMES, C, A. Balanceamento de linha como estratégia para melhoria do desempenho de produção em uma empresa de artigos eletroeletrônicos de Sergipe. **Revista Gestão e Planejamento**, jan/dez 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21714/2178-8030gep.v18.3864>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

DEMBOGURSKI, R. A.; OLIVEIRA, M. de.; NEUMANN, C. Balanceamento de linha de produção. **XXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. ENEGEP**. 2008. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_tn\\_sto\\_069\\_490\\_11644.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_069_490_11644.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2018.

JUNIOR, F.A. de S.; CORTEZ, M. A. F.; OLIVEIRA, A.L.de. G.; EVANGELISTA, G. S.; MELO, J. M. de. P. Análise do balanceamento em uma linha de produção. Estudo de caso em uma empresa de calçados. **IV Simpósio de Engenharia de Produção.SIMEP**. 2016. Disponível em: <<https://even3storage.blob.core.windows.net/anais/28363.pdf>>. Acesso em 27 nov. 2018.

MAGATÃO, L.; RODRIGUES, L. C. de. ABREU.; MARCILIO, I.; SKRABA, M. Otimização do balanceamento de uma linha de montagem de cabines de caminhões por meio de programação linear inteira mista. **XLIII Simpósio Brasileiro De Pesquisa Operacional**. 2011. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2011/pdf/87661.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2018.

MARTINS, P.G. & LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2006. 72p.

MIYATA, H. H.; BOIKO, T. P. Balanceamento de linha no setor de cortes de inteiros de um frigorífico de aves localizado no oeste do paraná. **XIX SIMPED**. 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Hugo\\_Miyata/publication/235900547\\_Balanceamento\\_de\\_linha\\_no\\_setor\\_de\\_cortes\\_de\\_inteiros\\_de\\_um\\_frigorifico\\_de\\_aves\\_localizado\\_no\\_Oeste\\_do\\_Parana/links/0912f513f5ea515fb4000000/Balanceamento-de-linha-no-setor-de-cortes-de-inteiros-de-um-frigorifico-de-aves-localizado-no-Oeste-do-Parana.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hugo_Miyata/publication/235900547_Balanceamento_de_linha_no_setor_de_cortes_de_inteiros_de_um_frigorifico_de_aves_localizado_no_Oeste_do_Parana/links/0912f513f5ea515fb4000000/Balanceamento-de-linha-no-setor-de-cortes-de-inteiros-de-um-frigorifico-de-aves-localizado-no-Oeste-do-Parana.pdf)>. Acesso em: 24 out. 2018.

MOREIRA, D. A.; **Administração da produção e operações**. 2º ed: São Paulo, 2002. 412p.

SOUZA, M. C. F.; YAMADA, M. C.; PORTO, A. J. V.; FILHO, E. V. G. Análise da alocação de mão-de-obra em linhas de multimodelos de produtos com demanda variável através do uso da simulação: um estudo de caso. São Paulo. **Prod.** v.13, n.3, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132003000300006>>. Acesso: 26 set. 2018.

VILAR, F. M. do. M.; ARAUJO, A. P. D. Balanceamento de linha: um estudo de caso em uma indústria moveleira da Paraíba. **XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção.ENESEP**. 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_226\\_323\\_29952.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_323_29952.pdf)>. Acesso: 23 nov. 2018.

WAGMANN, P. T. D.; ARAÚJO, R. C. das. D. Análise do balanceamento de uma linha de produção em uma empresa de autopeças. **IX SAEPRO**. 2014. Disponível em: <<http://www.saepru.ufv.br/wp-content/uploads/2014.21.pdf>> Acesso em: 24 out. 2018.