

Aplicação do estudo de tempos e métodos visando a otimização do processo de fabricação em uma pequena empresa

Fernanda Gomes de Andrade (UTFPR) fgandrade02@gmail.com
Bruno Alexandre de Oliveira (UTFPR) brunoengenharia@outlook.com
Eduardo Canteri (UTFPR) eduardocanteri@gmail.com
João Carlos Colmenero (Instituição) colmenero@utfpr.edu.br

Resumo:

Para se manter no mercado, é de vital importância que as pequenas empresas realizem análise de suas capacidades e processos produtivos para que desperdícios de tempo e recursos sejam evitados. O objetivo deste estudo é a determinação da melhor maneira de fabricar um produto de uma pequena empresa da área de construção civil, através de observações permanentes do melhor método, buscando modificações que resultem na redução do tempo de produção e a melhor qualidade dos itens fabricados, evitando assim o surgimento de gargalos, baixa produtividade e variabilidade na execução das atividades. A metodologia se deu pela aplicação do estudo de tempos e métodos desenvolvidos em nove etapas. Os resultados exibiram o tempo padrão por produto e por lote e apontaram as lacunas com possibilidade de melhorias. Através de observações e do estudo de tempos e métodos foi possível propor melhorias no processo produtivo que aumentasse a produtividade. A partir das sugestões de melhoria foi possível reduzir o tempo padrão por produto e por lote, obter uma melhora que aproximadamente 5% em relação ao primeiro cenário e também foi possível reduzir a ociosidade dos operadores.

Palavras chave: Estudo de tempo, Método, Produtividade, Pequena empresa.

Application of times study and methods to optimize the manufacturing process in a small company

Abstract

In order to stay on the market, it's important that small companies conduct analysis of their capabilities and productive processes to avoid wasted time and resources. The objective of this study is to determine the best way to manufacture a product from a small civil construction company, through permanent observations of the best method, seeking changes that result in reduced production time and better quality of manufactured products, avoiding bottlenecks, low productivity and variability in the execution of activities. The methodology was applied by times study and methods developed in nine stages. The results showed the standard time by product and by lot indicated the gaps with possibility of improvement. Through observations and times study and methods it was possible to propose improvements in the productive process that increased productivity. From the improvement suggestions it was possible to reduce the standard time by product and by lot, to obtain an improvement that approximately 5% in relation to the first scenario and also it was possible to reduce the idleness of the operators.

Key-words: Time study, Methods, Productivity, Small company.

1. Introdução

Ao considerar o cenário competitivo atual, facilmente pode-se verificar que as empresas necessitam buscar alternativas para se manter no mercado, gerando lucros que permitam vislumbrar um futuro de sucesso. Neste sentido, as organizações devem fornecer produtos que atendam principalmente as características percebidas pelos clientes quanto a rapidez de entrega, qualidade e quantidade especificada.

Além dessas características, deve se atentar ao fator produtividade, o qual tem um impacto alto sobre o custo e ao considerar esse ponto de vista devemos apontá-lo como um dos principais aspectos a serem trabalhados, afetando indiretamente o consumidor. Sendo assim, é de vital importância que as empresas realizem análise de suas capacidades e processos produtivos para que desperdícios de tempo e recursos sejam evitados.

Slack et al (2009) definem o planejamento e o controle da capacidade como a tarefa cujo objetivo é determinar a capacidade efetiva da operação produtiva de modo que ela possa atender a demanda. Nesse contexto, Silva et al (2014) aborda questões sobre o método de se calcular a capacidade produtiva de uma empresa, onde a utilização do estudo de tempos e métodos se faz como melhor alternativa para que seja possível a determinação do tempo-padrão de uma operação.

O estudo de tempos e movimentos pode ser aplicado em todos os processos do produto, desde a etapa de fabricação até o momento da expedição do produto. A partir disso, o objetivo deste estudo é a determinação da melhor maneira de fabricar um produto de uma pequena empresa da área de construção civil, através de observações permanentes do melhor método, buscando modificações que resultem na redução do tempo de produção e a melhor qualidade dos itens fabricados, evitando assim o surgimento de gargalos, baixa produtividade e variabilidade na execução das atividades.

Em seguida, na seção 2, será apresentado um referencial teórico relacionado ao estudo de tempos e métodos que irá auxiliar o desenvolvimento do estudo. Na seção 3 serão expostos os métodos utilizados para a resolução do problema, contextualizando a empresa (3.1) e caracterizando o estudo (3.2). Os resultados e as discussões são apresentados na seção 4. Por fim, a seção 5 expõe as considerações finais acerca do estudo.

2. Referencial Teórico

A implementação do estudo de métodos e trabalho se torna indispensável dentro de uma organização, já que suas técnicas propõem uma melhoria do trabalho, tornando-a competitiva e diferenciada no mercado atual (VIEIRA et al., 2016).

Quanto ao estudo de tempos, um dos maiores e principais precursores, Taylor (1990), define que para a realização de uma atividade de trabalho, principalmente quanto as atividades manuais, vê-se a necessidade de encontrar o meio mais econômico de efetuar uma operação e deve-se também determinar a quantidade de trabalho que deve ser realizada em um dado período de tempo.

Barnes (1977) define o estudo de movimentos e de tempos como um estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os objetivos de: i) Padronizar este sistema e método; ii) Desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente o de menor custo; iii) Determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; iv) Orientar o treinamento do trabalhador no

método preferido.

De acordo com Martins e Laugeni (2005) as medidas de tempos-padrões são importantes no sentido de estabelecer padrões para os programas de produção, fornecer dados para a determinação dos custos padrões, fornecer dados para o estudo de balanceamento de estruturas de produção, analisar a capacidade de produção entre outras aplicações. Nesse sentido, Barnes (1977) afirma que o procedimento a ser seguido na execução do estudo de tempos pode variar com alguma liberdade, baseando-se no tipo de operação em estudo, entretanto, o autor define oito passos necessários o que faz de cada estudo nesse sentido algo único e que deve apresentar resultados diferenciados dependendo da metodologia empregada.

As técnicas de estudo de tempos e métodos auxiliam na eliminação deste desperdício. A automação de operadores promove a racionalização dos movimentos nas operações. No entanto, somente após terem sido realizadas todas as possíveis melhorias na movimentação do operário e nas rotinas das operações que é recomendada a mecanização das operações (SILVA, 2017).

A cronoanálise é uma ferramenta da qualidade que permite o conhecimento detalhado das atividades, evidenciando pontos susceptíveis de melhoria. Ela é empregada para analisar e cronometrar o tempo no qual um operador emprega para realizar um certo procedimento operacional no fluxo de produção, admitindo tempo de tolerância para quebras de maquinário, necessidades fisiológicas, falta de matérias primas, entre outros (ARCIERI et al, 2018).

Quanto aos materiais necessários para a execução de um estudo de tempos e métodos consistem em: um cronômetro, filmadora, folha de observações e prancheta para observações (MARTINS e LAUGENI, 2005). Slack et al (2009) definem tempo padrão como o tempo permitido para a realização do trabalho sob circunstâncias específicas, incluindo tolerâncias para pausa e descanso, que devem ser permitidas devidas às condições sob as quais o trabalho é realizado. Para que seja possível a redução dos desperdícios encontrados em um processo produtivo se faz necessário à definição das categorias de desperdícios existentes.

De acordo com OHNO (1997, p.39), existem sete tipos de desperdícios: i) Desperdício de superprodução; ii) Desperdício de tempo disponível; iii) Desperdício em transporte; iv) Desperdício do processamento em si; v) Desperdício de estoque disponível; vi) Desperdício de movimento; vii) Desperdício de produzir produtos defeituosos.

O estudo realizado por Arcieri et al (2018) em uma linha da produção de uma empresa de produtos elétricos, buscou conhecer, em detalhes, cada parte do processo e identificou pontos falhos a serem melhorados no processo, com o intuito de aumentar a produtividade, reduzir o tempo ocioso e o número de estações de trabalho, otimizando seu processo produtivo. O trabalho apresentou como resultados uma linha de produção balanceada, comum número de estações de trabalho e tempo ocioso reduzidos e, por consequência, um aumento considerável na produtividade.

Assim, o estudo de tempos e métodos devem ser vistos como instrumentos que auxiliam na identificação de problemas, e no aperfeiçoamento e acompanhamento do desempenho dos trabalhadores no sistema de produção (VIEIRA et al., 2016).

3. Metodologia

3.1 Empresa

A empresa estudada é uma pequena empresa que atua no ramo da construção civil. Ela se dedica a produção de tubos de concretos simples e armados e canaletas de concreto. Os tubos de concreto são utilizados no setor de saneamento básico para condução de drenagem, esgotos sanitários e efluentes industriais. Os tubos têm altura padrão de 1 metro, e variam o diâmetro de 150 a 2000 milímetros.

O modelo de tubo mais produzido e vendido é o tubo de concreto simples de 400mm. A partir dessa informação, a pesquisa focou no estudo deste produto. O processo de produção de tubos de concreto é simples. A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo produtivo de tubos de concreto simples de 400mm.

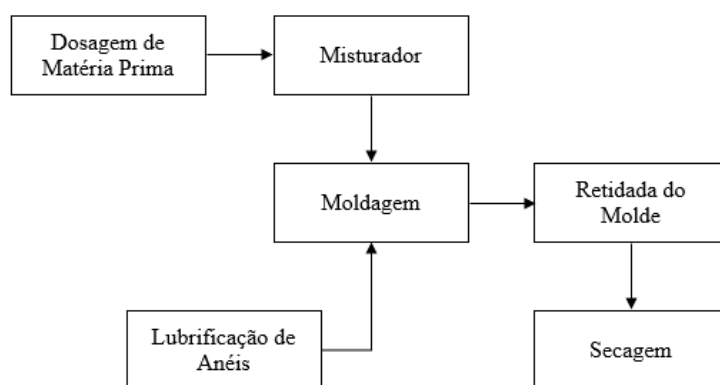


Figura 1: Fluxograma do Processo Produtivo

Fonte: Autores

A matéria prima é armazenada em silos ligados à máquina por meio de esteiras. A quantidade de matéria prima é dosada conforme a especificação do fabricante, porém cada dosagem é capaz de produzir dois tubos de concreto de 400 mm. Em seguida, as matérias primas são levadas até o misturador, onde é realizada a mistura das matérias primas necessárias para a fabricação de 2 tubos. Em paralelo a isto, é realizada a lubrificação do anel que dará forma ao lado macho do tubo. Na moldagem é encaixado o anel lubrificado ao molde e recebem a mistura por meio de esteiras vindas do misturador para que seja realizada a moldagem do tubo. Após isto, é feita a retirada do tubo do molde no pátio da fábrica para que o mesmo possa secar. Quando o tubo estiver seco, será enviado a expedição.

O estudo de tempos e métodos auxilia a empresa a definir um padrão do seu processo produtivo, desde a troca de produto, ou seja, o *setup*, até a retirada do molde, e escolher o método de produção mais rápido, já que o estudo é capaz de determinar o tempo gasto em cada atividade do processo e alocar os operadores na atividade que ele apresente melhor desempenho.

3.2 Caracterização do estudo

Do ponto de vista de sua natureza a pesquisa aqui realizada, é considerada aplicada, sendo apoiada no que diz Barros e Lehfel'd (2000, p. 78), a pesquisa aplicada tem como objetivo produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, e assim então “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade”.

Appolinário (2004, p. 152) ressalta que pesquisas aplicadas têm o objetivo de “resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas”.

Quanto a abordagem do problema, pode-se considerar pesquisa quantitativa, afirmação que vai de encontro com a classificação de Diehl (2004), que apresenta a pesquisa quantitativa através do uso da quantificação, tanto no modo de coleta quanto no tratar das informações, utilizando técnicas estatísticas, objetivando resultados que evitem possíveis distorções de análise e interpretação, e também, valores que podem ser comparados para assim então determinar os ganhos no que diz respeito a propriedades econômicas do processo.

O estudo foi realizado nas seguintes etapas:

- Visita no local com objetivo de conhecer o processo;
- Separação das etapas do processo;
- Cronometragem de cada etapa;
- Definição do número ideal de tomadas de tempo;
- Cronometragem real;
- Filmagem do processo para que não houvesse perda de detalhes;
- Média dos tempos de cada etapa;
- Cálculos de tempo normal, padrão, padrão para lote e para produto;
- Análise de resultados e proposta de melhorias.

Com relação aos cálculos, inicialmente deve-se determinar o número de amostragens. Martins e Laugeni (2005, p.85) definem que a maneira mais correta para a determinação do número de cronometragens ou ciclos a serem cronometrados é deduzida da “expressão do intervalo de confiança da distribuição por amostragem da média de uma variável distribuída normalmente”, conforme a Equação 1.

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times d2 \times x} \right)^2 \quad Eq. (1)$$

Onde,

N = Número de ciclos a serem cronometrados;

Z = Coeficiente de distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada;

R = Amplitude da amostra;

Er = Erro relativo da medida;

d2 = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente

x = Média da amostra.

Para determinar o tempo-cronometrado da atividade, utilizou-se da divisão da operação em elementos. Esta metodologia é defendida por Martins e Laugeni (2005, p.85), pois de acordo com o autor, esta divisão tem a finalidade de favorecer a verificação do método, e o tempo de cada elemento deverá ser anotado separadamente na folha de observações. Deve-se ressaltar que o tempo cronometrado não leva em consideração questões relacionadas ao ritmo do trabalhador e fatores de tolerâncias, baseando-se somente na média dos valores cronometrados. Questões relacionadas aos fatores acima mencionados serão levadas em consideração

posteriormente.

Seguindo a metodologia proposta por Barnes (1977) e Martins e Laugeni (2005), se faz necessário determinar a velocidade ou fator de ritmo do operador. Barnes (1977, p.298) define esta etapa como o processo durante o qual a analista de estudos de tempos compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal. Utiliza-se o seguinte padrão:

$V = 100\%$ Ritmo normal

$V > 100\%$ Ritmo acelerado

$V < 100\%$ Ritmo lento

Posteriormente, o fator de ritmo deve ser aplicado ao tempo cronometrado, utilizando a Equação 2 (BARNES, 1977, p.312).

$$TN = TC \times V \quad Eq. (2)$$

Onde,

TN = Tempo normal

TC = Tempo cronometrado

Após o cálculo do tempo normal, deve-se avaliar o fator de tolerância (FT) da atividade para que se possa calcular o tempo-padrão. Slack et al (2009, p.260) definem tolerâncias como acréscimos feitos ao tempo normal para dar ao trabalhador a oportunidade de recuperar-se de efeitos fisiológicos ou psicológicos resultantes da execução de trabalho específico sob condições específicas e também para permitir o atendimento de necessidades pessoais.

Martins e Laugeni (2005, p.87) define que as tolerâncias podem ser calculadas em função dos tempos de permissão que a empresa se dispõe a conceder e que deve determinar a porcentagem de tempo p em relação ao tempo de trabalho diário, utilizando a Equação 3.

$$FT = \frac{1}{1 - p} \quad Eq. (3)$$

Após o cálculo do fator de tolerância, pode-se calcular o tempo-padrão (TP) através da Equação 4 apresentada por Martins e Laugeni (2005, p.87).

$$TP = TN \times FT \quad Eq. (4)$$

Para a determinação da capacidade produtiva, deve-se utilizar a Equação 5 proposta por Pereira et al (2010).

$$CP = \frac{dt}{TP} \quad Eq. (5)$$

Onde,

CP = Capacidade produtiva;

dt = Tempo trabalhado por dia;

TP= Tempo-padrão.

4. Resultados e Discussões

O processo foi separado nas seguintes etapas para cronometragem: lubrificação do anel, dosagem de matéria prima, moldagem e retirada do molde. Foram realizadas 2 cronometragens iniciais para calcular o número ideal de tomada de tempos. A Tabela 1 apresenta estas tomadas de tempo em segundos.

Primeiras medições para cálculo do número de cronometragens			
Lubrificação	Dosagem	Moldagem	Retirar molde
10	123	106	124
12	120	111	130

Fonte: Autores

Tabela 1: Tomada Iniciais de Tempo

Para o cálculo do número ideal de tomadas de tempo, utilizou-se a probabilidade de 95%, com coeficiente de distribuição normal (Z) igual a 1,96, erro relativo de 5% e d2 correspondente a 2 cronometragens de 1,128. A Tabela 2 apresenta o resultado obtido para o número ideal de tomadas de tempo.

Primeiras medições para cálculo do número de cronometragens				
	Lubrificação	Dosador	Moldagem	Retirar molde
Número de Cronometragens	39,9 = 40	0,7 = 1	2,56 = 3	2,69 = 3

Fonte: Autores

Tabela 2: Número Ideal de Tomada de Tempo

Após obter o número ideal de tomadas de tempo, foi realizado, para cada etapa do processo, o número indicado de cronometragens. Em seguida, foram calculados a média dos tempos (TM), tempo normal (TN), tempo padrão (TP). O tempo padrão do dosador é dividido por 2, já que uma medida do dosador pode produzir 2 tubos. A Tabela 3 apresenta estes resultados.

Cronometragem				
	Lubrificação	Dosador	Moldagem	Retirar Molde
TM (s)	10,43	123,00	108,67	127,33
V	95%	100%	95%	60%
TN (s)	9,9038	123,0000	103,2365	76,3980
FT	30 min de intervalo numa jornada de 8 h = 1,07			
TP (s)	10,5971	131,6100	110,4631	81,7459
TPi	268,6111 segundos			

Fonte: Autores

Tabela 3: Cálculo de Tempo Padrão

Para um lote padrão de 350 tubos, é apresentado o tempo de setup de 12 minutos e, o mesmo, não apresenta tempo de finalização. Foi calculado o tempo padrão por produto (TPP) e tempo padrão por lote (TPL).

Tempo padrão por produto

$$TPP = (720 / 350) + 268,6111$$

$$TPP = 270,6682 \text{ segundos}$$

Tempo padrão por lote

$$TPL = (1 \times 720) + (350 \times 268,6111)$$

$$TPL = 94.733, 8850 \text{ segundos}$$

$$TPL = 26,31 \text{ horas}$$

Ao analisarmos os tempos médios (TM) obtidos através da observação *in loco* das etapas do processo estudado comparando-os com seus respectivos tempos normais (TN) de processamento. Percebe-se que o maior ponto de ineficiência ocorre na retirada do molde, sendo esta a operação que demanda maior tempo devido a execução falha e baixa velocidade do operador. Assim, este oferece um grande potencial de melhoria devido à grande margem de melhora em relação ao seu tempo normal operacional.

A etapa de lubrificação consiste de uma operação manual muito simples, dependendo basicamente da velocidade de executor para obtenção de bons tempos. Apresentando dessa forma uma margem muito pequena de melhora.

Os tempos resultantes para a dosagem e para a moldagem podem ser considerados elevados, porém como procedem de operações caracterizadas como humano-máquina, não apresentam possíveis melhorias significativas relacionadas a operação da máquina, visto que as velocidades dos operados já são elevadas. Dessa maneira, há a necessidade de investimento em maquinário para melhorar o desempenho.

Como principal oportunidade de melhoria visualizada, constatou-se que na etapa de retirada de molde houve uma demora excessiva devido a dinâmica de trabalho aplicada atualmente. Da maneira que é realizada, o operador da máquina precisa esperar o operador responsável pela retirada de molde finalizar o serviço para iniciar a próxima peça. Nesse sentido, sabendo da existência de dois ou mais moldes de cada modelo de tubo, a sugestão é de que se contrate mais um operador, para que as atividades sejam realizadas simultaneamente. Dessa forma, enquanto um operador realiza retirada de molde, o outro está carregando a máquina com outro molde, fazendo com que o processo como um todo flua mais rapidamente, sem esperas.

Repetindo a metodologia proposta para a melhoria sugerida, a Tabela 4 apresenta os resultados para o novo cenário.

Retirar Molde	
TM (s)	64,3980
V	100%
TN (s)	64,3980
TP (s)	68,9059

Fonte: Autores

Tabela 4: Cálculo do novo tempo padrão de retirada do molde

Assim, ao modificar o tempo padrão para a etapa de retirada do molde, os tempos padrão de processamento, tempo padrão por produto e por lote foram recalculados.

$$TP_i = 255,7711 \text{ segundos}$$

Tempo padrão por produto

$$TPP = (720 / 350) + 255,7711$$

$$TPP = 257,8282 \text{ segundos}$$

Tempo padrão por lote

$$TPL = (1 \times 720) + (350 \times 255,7711)$$

$$TPL = 90.239, 8850 \text{ segundos}$$

$$TPL = 25,07 \text{ horas}$$

A partir da aplicação da metodologia proposta, as melhorias observadas nos tempos do processo analisado estão expostas na Tabela 5.

Parâmetro	Situação atual	Situação proposta	Melhoria (%)
TP_i (s)	268,1111	255,7711	4,78
TPP (s)	270,6682	257,8282	4,74
TPL (h)	26,31	25,07	4,71

Fonte: Autores

Tabela 5: Melhorias no processo produtivo

Foi possível notar uma melhora de aproximadamente 5% do estado atual para a proposta do novo cenário apresentada no estudo.

5. Considerações Finais

A empresa tomou conhecimento de suas capacidades e conseguiu realizar a análise dessas capacidades e de seu processo produtivo para evitar desperdícios de tempo e recursos. Através de observações e do estudo de tempos e métodos foi possível propor melhorias no processo produtivo que aumentasse a produtividade.

No processo produtivo, a retirada do molde foi a etapa do processo com maior ineficiência do

sistema, e a partir das sugestões de melhoria foi possível reduzir o tempo padrão por produto e por lote, obter uma melhora que aproximadamente 5% em relação ao primeiro cenário e também foi possível reduzir a ociosidade dos operadores.

Outro ponto de melhoria se encontra no mesmo estágio do processo onde propõe-se a alocação dos materiais auxiliares, como pincel e o próprio anel em uma localização próxima ao posto de trabalho evitando assim movimentos desnecessários e um tempo excessivo na realização da atividade estudada.

Para trabalhos futuros, é sugerido a verificação da possibilidade e do interesse da empresa por realizar a substituição do maquinário existente por maquinário mais moderno e atual, associado a uma análise financeira dessa mudança, visando a avaliação da viabilidade destas mudanças.

Referências

- ARCIERI, A. M. A.; ANDRADE, N. V.; PRIMO, A. S.** *Balanceamento de linha de produção com uso de heurística e simulação: um estudo de caso em uma indústria de produtos elétricos*. Periódicos Grupo Tiradentes: Cadernos de Graduação, Aracaju, v. 4, n. 3, p.53-68, abr. 2018.
- APPOLINÁRIO, F.** *Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico*. São Paulo: Atlas, 2004.
- BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S.** *Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica*. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BARNES, R. M.** *Estudo de Movimentos e de Tempos, Projeto e Medida de Trabalho*. Tradução da 6ª edição Americana, Editora Edgard Blücher Ltda, 1977.
- DIEHL, A. A.** *Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.** *Administração da produção*. São Paulo: Saraiva, 2005.
- OHNO, TAIICHI.** *O sistema Toyota de produção: Além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- SILVA, P. et al.** *Análise da capacidade produtiva de uma lanchonete com a utilização do estudo de tempos*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXIV, 2014, Curitiba – PR. Anais ENEGEP, 2014.
- SILVA, E. A.** *IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE*. 2. ed. Lages: Uniplac, 2017. 37 p.
- SLACK, N. & CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R.** *Administração da Produção*. 3ª Edição, São Paulo Editora Atlas S.A., 2009.
- TAYLOR, F. W.** *Princípios de Administração Científica*. São Paulo: Atlas, 8º Ed, 1990.
- VIEIRA, R. et al.** *Estudo de tempos e métodos no processo produtivo de uma panificadora localizada em Mossoró/RN*. Gestão e Sociedade, [s.l.], v. 9, n. 23, p.977-999, 28 mar. 2016. Revista Gestao e Sociedade. <http://dx.doi.org/10.21171/ges.v9i23.2029>