

## **A TEORIA DAS RESTRIÇÕES E O PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS PADRÕES CEMIG EM UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS EM ITUIUTABA-MG**

**WALLACE MULLER TADEU DE ARÁUJO**

UFU - Universidade Federal de Uberlândia  
jslene@hotmail.com

**RAILENE OLIVEIRA BORGES**

UFU - Universidade Federal de Uberlândia  
raileneborges@hotmail.com

**JOSILENE DA SILVA BARBOSA**

Universidade Federal do Paraná  
jslene@hotmail.com

**ERIKA MONTEIRO DE SOUZA E SAVI**

USP - Universidade de São Paulo  
erika.savi@gmail.com

**Área Temática: operações**

## **A TEORIA DAS RESTRIÇÕES E O PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS PADRÕES CEMIG EM UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS EM ITUIUTABA-MG**

### **RESUMO**

Este estudo teve como objetivo descrever o processo de produção dos padrões CEMIG em uma indústria de pré-moldados e verificar como o modelo gerencial Teoria das Restrições (TOC) poderia contribuir para melhorar o processo de produção. Quanto ao objetivo de pesquisa, caracteriza-se como exploratória, pelo fato de estudar o comportamento organizacional da empresa. A abordagem é qualitativa, pois não há estruturação prévia quanto à análise do processo. O procedimento utilizado foi o estudo de caso, juntamente com a pesquisa bibliográfica, documental e entrevista informal com os gestores e executores do processo de produção. Constatou-se que na matéria prima utilizada há uma sobra de concreto que poderia ser aproveitado se fosse realizada uma reforma no piso do local de produção, possibilitando a coleta do concreto excedente e o utilizando na fabricação de tampas de tubos de aterramento.

### **ABSTRACT**

This study aimed to describe the production process of Cemig patterns in a precast industry and see how the management model Theory of Constraints (TOC) could help to improve the production process. As for the purpose of research is characterized as exploratory, because studying organizational behavior of the company. The approach is qualitative, because there is no previous structure on the analysis of the process. The procedure used was the case study, along with the literature, documentary and informal interviews with managers and performers of the production process. It was found that the raw material used for a specific waste that could be used if a reform in the local production floor were held, allowing the collection of surplus concrete and the use in the manufacture of covers ground pipes.

**Palavras- chave:** Teoria das restrições, padrões, matéria prima.

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado é adepto a mudanças frequentes, isso é consequência da competitividade no ambiente da tecnologia, que caminha em ritmo acelerado, das necessidades de melhorias e de superação (CHIAVENATO, 1999). Pozzo (2007) afirma que para uma boa gestão é necessário um bom modelo gerencial. Ao estudar um modelo para aplicá-lo em uma organização, é preciso entender como o mesmo funciona e adaptar o processo ao mesmo, pois dessa forma os resultados poderão vir da maneira esperada. A Teoria das Restrições, conhecida como TOC (*Theory of Constraints*) é um modelo gerencial cuja finalidade é identificar um erro contido no processo, explorá-lo e torná-lo um fator produtivo.

O pressuposto da TOC é que toda organização trabalha com alguma restrição, pois se o processo de toda organização fosse perfeito, os lucros seriam infinitos. Todo processo produtivo é composto por etapas que necessitam de acompanhamento, para que durante a execução das atividades sejam tomadas medidas corretivas (KRAEMER, 2012). Desta forma, Goldratt (2002) determina que a TOC trabalhe dentro de cinco passos, sob a seguinte estrutura: (1) identificar a restrição do processo, (2) explorá-la, (3) subordiná-la aos demais recursos, (4) elevá-la e (5) renovar o ciclo de melhoria das restrições. Dentro desta formação, ficará viável entender que o ambiente do processo nunca será um espaço perfeito de produção, pois as soluções encontradas sempre serão vulneráveis às alterações ou até mesmo exclusões. Identificada a importância da TOC, faz-se necessário entender a escolha da empresa, para que a mesma seja aplicada.

Com o incentivo governamental através da liberação de crédito imobiliário com juros competitivos, o setor da construção civil aumentou a construção de casas, gerando mais de 192 mil vagas de empregos com carteira assinada no ano de 2011 para 2012. Com efeito, várias outras áreas cresceram junto, como setor hidráulico, paisagismo, segurança, materiais elétricos e os de instalações elétricas (IBGE, 2012). A Prefeitura Municipal de Ituiutaba divulgou, em 2012, que foi assinado um acordo com a Superintendência Regional da Caixa Econômica Federal para a construção de duas mil e quarenta e sete casas, numa primeira etapa, e três mil casas populares na segunda etapa, (PREFEITURA, 2012).

Diante disso, a empresa selecionada como objeto do presente estudo localizada no município referido, investiu na fabricação dos padrões CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), a serem usados para a instalação elétrica das residências e empresas na região. Dentro deste contexto, buscou-se responder ao seguinte questionamento: **quais as etapas do processo de produção dos padrões CEMIG em uma indústria de pré-moldados em Ituiutaba e como a Teoria das Restrições pode contribuir com este processo?** Ao identificar estas etapas, pretende-se apresentar sugestões para melhorias no processo produtivo. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (a) conhecer a ferramenta gerencial “Teoria das Restrições”; (b) apresentar os cinco passos de focalização da TOC; (c) conhecer as etapas de produção da indústria em estudo; (d) identificar as restrições no processo produtivo; (e) propor melhorias para garantir o crescimento da empresa.

Para melhor compreensão do trabalho, o mesmo foi dividido em cinco etapas: a Introdução; onde foi estabelecido o tema do estudo, sua fundamentação, seu problema de pesquisa, sua justificativa e os objetivos; o Referencial Teórico dentro das funções do trabalho, que é a teoria das restrições, o método tambor-pulmão-corda, os cinco passos de focalização e os fundamentos que dão suporte à teoria das restrições; a metodologia, onde está designado o tipo de estudo e as ferramentas utilizadas para realizá-lo; a análise dos dados com as devidas situações identificadas e, por fim, as considerações finais, referente às respectivas situações.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Teoria das restrições e seus cinco passos de focalização

As constantes mudanças no mercado implicam que as organizações busquem alternativas para continuarem ativas perante seus concorrentes. A tecnologia, o modelo flexível das empresas e a competitividade fazem com que as empresas busquem novas ferramentas de gestão (CHIAVENATO, 1999). Uma ferramenta de gestão é a teoria das restrições, desenvolvida pelo Dr. Eliyahu Goldratt no livro “a Meta”, que apresenta um processo gerencial no intuito de auxiliar os gestores a rever as restrições no processo produtivo e na tomada de decisão. Entende-se por restrição como algo que limita o desenvolvimento organizacional rumo às suas metas ou objetivos. Segundo Guerreiro (1999, p.14) existe dois tipos de restrições. “Restrição física engloba mercado, fornecedor, máquinas, materiais, pedido, projeto, pessoas e é denominada de restrição de recursos, e a segunda é a restrição política, formada por normas procedimentos e práticas usuais do passado”.

Segundo Correa e Correa (2012), o conceito que deu início à Teoria das Restrições é denominado OPT (Optimized Production Technology) esta técnica de administração de processos e produtos foi originada por pesquisadores israelenses. A OPT considera existentes dois tipos de recursos em um processo: os recursos gargalos e os recursos não gargalos. O primeiro deles, conhecidos como restritivo inibidor do alcance das metas traçadas. Especificamente, "Os recursos podem ser entendidos como qualquer elemento necessário para a produção de um produto, como pessoas, equipamentos, dispositivos, instrumentos de medição, espaço etc." (CORREA e CORREA, 2012, p.454). Quanto ao segundo, os recursos não-gargalos, referem-se àqueles que comportam-se conforme o programado.

A crença fundamental da TOC é que todo sistema constituído com uma meta definida deve possuir ao menos um componente que limita seu desempenho em relação àquela meta. Caso não fosse, a empresa teria uma lucratividade infinita. Tal componente é definido pela TOC como "restrição" do sistema. Da mesma forma, esses mesmos sistemas, por se constituírem num conjunto de variáveis dependentes, deverão ser sempre limitados por um número pequeno de restrições. Nesse sentido, a TOC propõe que toda organização deve seguir os seguintes passos como parte de um processo de melhoria contínua (GOLDRATT e COX, 1986; GOLDRATT e FOX, 1989; GOLDRATT, 1990); (1) Identificar a restrição do sistema; (2) Explorar ao máximo a restrição do sistema; (3) Subordinar todo o resto à política de exploração da restrição; (4) Elevar a restrição do sistema; (5) Voltar ao primeiro passo evitando que a inércia das políticas atuais se torne uma restrição.

A teoria das restrições atua com o conceito de que a empresa opera com alguma forma de restrição. Embasado nesta ideia, tem-se a identificação e a definição dos passos do processo decisório deste modelo gerencial. Segundo Guerreiro (1999, p.21) “Todo sistema deve ter pelo menos uma restrição, mas por outro lado, terá um número muito pequeno de restrições”. Em outras palavras, o primeiro passo determina que o processo deva ser mapeado para verificar aquele que pode ser improdutivo em determinadas partes, porém em outras partes, pode fluir sem dificuldades. Depois de observado este dificultar serão iniciados os trabalhos para corrigi-lo de maneira que não venha afetar os outros pontos do processo.

O segundo passo consiste em explorar a restrição do sistema, que consiste em extrair o máximo deste recurso impedindo desperdícios no gargalo. “Isso requer que se determine o *mix* de produtos que maximizara os lucros. Uma vez que o gargalo é quem dita a produção, uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro” (COGAN, 2007, p. 23). Na terceira etapa de acordo com Guerreiro (1999), fica definido que decisões serão tomadas em relação às restrições identificadas, fica determinado o que será feito com os recursos que

não possuem restrições, uma vez que ajustado o processo anteriormente, o mesmo pode ser auferido mais adiante.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2005), o quarto passo do processo significa aumentar de alguma forma a capacidade produtiva da restrição, no sentido de aumentar a capacidade da produção por completo. Esse passo só pode ser dado após o erro ter sido explorado ao máximo, visto que o mesmo pode aumentar as despesas operacionais. O quinto passo funciona como o recomeço: "Tendo em vista que sempre surgirá uma nova restrição após a etapa 4, o ciclo deve ser reiniciado novamente a partir da etapa 1. Uma recomendação é no sentido de que a inércia não se torne uma restrição do sistema." (GUERREIRO, 1999, p.22).

## **2.2 Hipóteses que dão suporte à teoria das restrições e Sistemas de Programação Tambor-Pulmão-Corda**

Segundo Cogan (2007) existem algumas hipóteses que dão suporte e caracterizam a TOC, são elas; "A primeira consideração é que a meta da empresa é fazer dinheiro agora e no futuro. Fazer dinheiro é a razão primeira que leva a existência da empresa, pois do contrário ela não estaria no negócio". (COGAN, 2007, p.18). A segunda consideração define que o ganho é usado como uma forma de medir o dinheiro. Na terceira hipótese fica evidenciado que sempre existe uma restrição em um produto, o que vem a restringir a receita da empresa, (COGAN, 2007).

Na quarta consideração temos as definições de gargalo, não gargalo e recursos com capacidade restrita, onde: "recurso gargalo ou recurso restrito é qualquer elemento do sistema que limita a produção do sistema, o elo fraco da corrente, o elemento que impede o aumento de ganhos do sistema mesmo que melhoramentos tenham sido feitos em outras partes do sistema." (COGAN, 2007, p.20). Portanto, o recurso não gargalo é qualquer elemento do sistema cuja capacidade de produção é superior ao do recurso gargalo/restrito. Os recursos com capacidade restritiva são elementos que futuramente possam trazer problemas que impedirão a progressão da empresa. Tais recursos tornam-se mais fáceis de controlar, como apresentado na quinta hipótese, pois o mesmo encontra-se na condição de que seja criado um pulmão de inventário à sua frente, dado que estes recursos não são gargalos, apenas não possuem capacidade protetora suficiente. (COGAN, 2007, p. 20).

As hipóteses 6 e 7 interligam-se: existem eventos dependentes que resultam em interações entre recursos e produtos; e dentro de todos os ambientes de fabricação ocorrem flutuações estatísticas e randômicas. "Juntas essas duas considerações implicam a necessidade de programação e priorização do fluxo do produto. A programação enfocada pelo método de tecnologia de produção otimizada implica mais propriamente, um horizonte de curto prazo". (COGAN, 2007, p. 21). A oitava hipótese evidencia que os gargalos são inevitáveis, todavia podem ser identificados a qualquer tempo, fazendo com que o mix do sistema continue estável com relação aos recursos que estão disponíveis (COGAN, 2007).

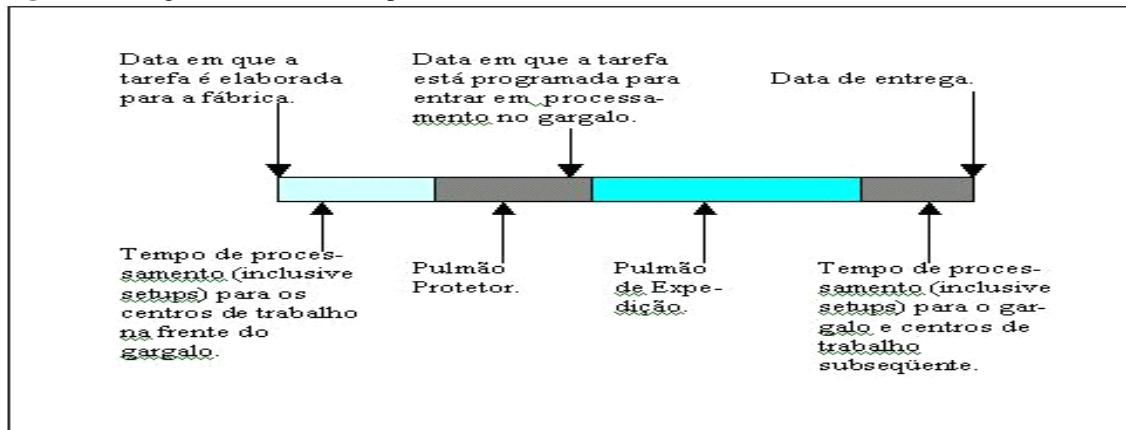
Na Figura 1, Noreen (1996) esquematizou o método tambor-pulmão-corda a ser aplicado dentro das organizações para auxiliar o processo produtivo. De acordo com a TOC, os recursos disponíveis dentro de um processo podem ser possíveis causadores da restrição. E, naquele a qual for identificada, é conceituado como o tambor do processo, pois é a restrição que influencia com um maior nível de relevância o andamento do processo produtivo. Neste caso, considerado uma influência negativa, visto que o restante do processo estará ligado à restrição e dependendo das batidas do tambor para prosseguir (SLACK, 2009).

O pulmão é considerado um método de precaver-se do erro e funciona como um estoque de segurança. Caso o processo não consiga produzir o requisitado pelos clientes, a empresa terá meio de atendê-los. Porém, é necessário resguardar-se em alguns pontos, visto

que estoques pequenos podem causar falta de atendimento. Já um estoque de maior proporção aumenta as despesas operacionais sem que haja a necessidade (MARTINS, 2014).

A corda é utilizada na sincronização do processo, interligando todos os fatores com um intervalo similar entre os mesmos. Essa ligação se dá pelo fato de que existem partes dos processos que caminham em ritmo acelerado e outras não. Sendo feita a utilização do mecanismo, uma parte incitará a outra, fazendo com que o ritmo estabelecido em cada departamento seja semelhante. (MARTINS, 2014).

**Figura 1** - Imagem método tambor-pulmão-corda.



Fonte: Noreen (1996, p.10).

Em estudo realizado anteriormente por Sousa (2013), a teoria das restrições foi aplicada em uma empresa de fabricação de fachadas, possibilitou identificar através de um estudo quali-quantitativo exploratório que a restrição não está alocada em uma etapa específica, a mesma irá variar conforme as particularidades das fachadas. Gaion *etal* (2000), utilizando a teoria das restrições em uma academia de ginástica verificou que foi encontrado o gargalo nas salas de musculação e na piscina, concluindo que a TOC não é só aplicável a uma empresa industrial mais também a empresas de prestação de serviços.

Para Alves *etal*, (2010), a realização de um estudo averiguando os possíveis erros que interferiam no processo produtivo em uma fabrica de jeans, através de uma pesquisa exploratória utilizando da teoria das restrições possibilitou identificar que o gargalo estava no setor de corte, mais especificamente em grupo de costureira, concluindo que a medida corretiva era evitar o excesso de parada das mesmas.

### 3 Metodologia

O objetivo deste estudo consistiu em verificar quais as etapas do processo de produção dos padrões CEMIG em uma indústria de pré-moldados e como a Teoria das Restrições pode contribuir para melhorar este processo. De acordo com os objetivos de pesquisa este trabalho caracteriza-se como exploratório, pois o mesmo analisará o comportamento gerencial de uma organização, buscando descobrir os possíveis erros em uma indústria de postes padrões CEMIG. De acordo com Gil (2010, p. 27) a pesquisa exploratória têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.

O procedimento técnico utilizado é o estudo de caso. Gil (2010) explica que o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências sociais e que consiste em um estudo profundo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo

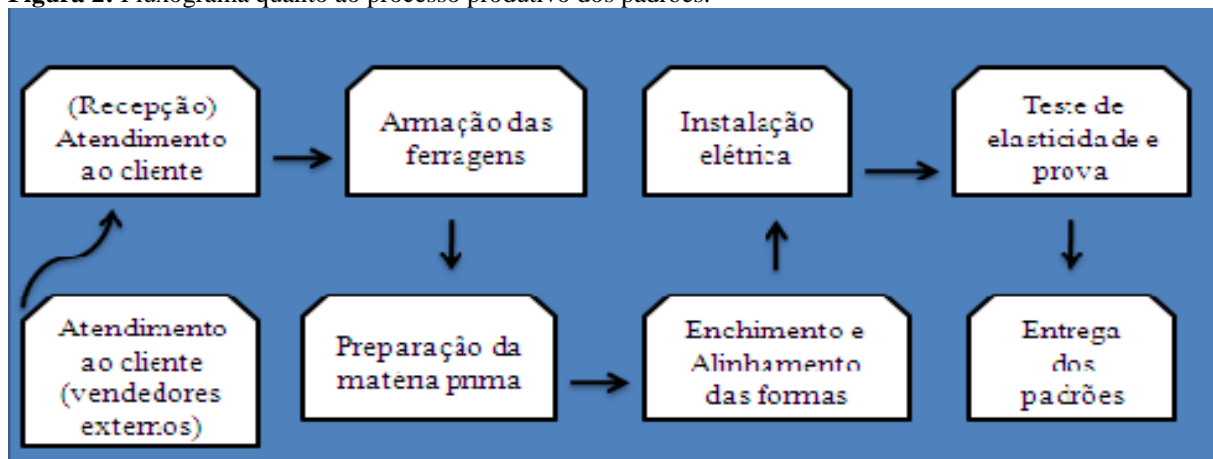
e detalhado conhecimento. O procedimento utilizado para coleta de dados foi a pesquisa bibliográfica, documental e entrevista informal. O estudo englobou a pesquisa bibliográfica, pois recorreu a artigos e livros sobre o tema, que esclarecem o estudo baseando-se em documentos publicados e não por intermédio de relatos de pessoas ou experimentos, Andrade (2007).

De acordo com Gil (2010), foi utilizada a pesquisa documental com base nos relatórios de vendas fornecidos pela indústria em estudo, já que documento é constituído por qualquer material capaz de comprovar algum fato ou conhecimento. A abordagem utilizada é qualitativa, por haver o intuito de enquadrar a teoria das restrições na identificação dos problemas da organização. De acordo com Lakatos (2010, p. 271), “na pesquisa qualitativa há um mínimo de estruturação previa. Não se admitem regras precisas, como problemas, hipóteses e variáveis antecipadas, e as teorias aplicáveis deverão ser empregadas no decorrer da investigação”.

#### 4. Apresentação de Resultados

Neste estudo será apresentado o processo produtivo de uma indústria de pré- moldados sob a seguinte forma de se trabalhar.

**Figura 2:** Fluxograma quanto ao processo produtivo dos padrões.



Fonte: Elaborada pelo autor (2015).

##### 4.1 Processo de produção dos padrões.

A Empresa utilizada como objeto de estudo, iniciou suas atividades no município de Ituiutaba-MG em janeiro de 1995, atuando no mercado de fabricação de artigos de concretos, no qual se destaca a linha de produção de padrões Cemig (Companhia Energética de Minas Gerais).

Este produto é utilizado na ligação da rede elétrica para a energia residencial. Somente duas empresas estão credenciadas a fabricar os padrões na região do Triângulo Mineiro. Inicialmente, a produção era feita em um terreno de 360m<sup>2</sup>, no Bairro Alcides Junqueira, com quatro funcionários. Em 2014, a empresa mudou-se para Bairro Novo Horizonte, em uma área de 1440m<sup>2</sup>. A indústria atualmente realiza suas atividades com os funcionários, distribuídos nas seguintes ocupações, conforme apresentado no quadro 1.

**Quadro 1** - Funcionários e seus respectivos cargos.

<b>Nº de funcionários</b>	<b>Ocupação</b>
1	Sócio proprietário responsável pelas compras
1	Sócio proprietário gerente de produção
1	Armador de ferragens
3	Serviços Gerais
1	Eletricista
1	Motorista
1	Ajudante
1	Secretária
1	Engenheiro Civil

**Fonte:** Dados da pesquisa (2015).

No processo produtivo trabalham onze funcionários, havendo outros funcionários atuando externamente, sendo um deles o responsável pela escavação dos buracos em que serão instalados os padrões. Quando o local em que o padrão será colocado não se situa no município, a empresa isenta-se da responsabilidade pela perfuração e, além disso, é cobrado o quilômetro rodado pelo veículo responsável. As vendas são feitas indiretamente por oito vendedores que trabalham em uma loja de material elétrico, situada no centro da cidade, do mesmo proprietário da empresa em estudo. Os vendedores recebem comissão de 2% sobre a vazão de cada padrão.

Conforme dados da empresa, os principais concorrentes da empresa são os fabricantes de padrões de ferro, que possuem um preço menor, fazendo com que as pessoas se interessem a princípio por colocá-los, mas quando conhecem a durabilidade dos padrões CEMIG, preferem dispendir maior recurso. Os padrões altos possuem 7,0 metros de altura e sua instalação deve ser feita na residência que estiver localizada do lado oposto ao poste de iluminação instalado na rua. O cabeamento que sai do padrão e vai até a rede da distribuidora de energia precisa de uma altura de segurança de até 7,5 metros, estabelecida pela própria distribuidora para que o cabeamento fique menos vulnerável às possíveis adversidades, como caminhões, galhos de árvores e outros.

Os padrões baixos possuem 4,5 metros de altura e devem ser instalados em residências situadas do mesmo lado que da rede da companhia de energia, pois o cabeamento deste pode ser curto, uma vez que não é necessário atravessar as avenidas e ruas para alcançar a rede. Os padrões altos e baixos podem ser classificados em monofásicos, bifásicos e trifásicos, com as seguintes características:

**Quadro 2:** Classificação e características elétricas dos padrões.

<b>Classificação</b>	<b>Características</b>
Monofásico	Utilizados em residências que possuem simples instalações, como lâmpadas, chuveiros, geladeiras entre outros com baixa potência. Este padrão suporta até 127 v.
Bifásico	Utilizados em residências que conterão aparelhos eletrônicos mais potentes, como ar condicionado, freezers, chuveiros modernos. Este padrão vai 127 v. até 220 v.
Trifásico	Utilizado normalmente em indústrias ou fábricas, suporta a potência de 127, 220 e 380volts.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2015).

Observado o processo de transformação dos postes padrões, identificamos que o mesmo está dividido em cinco etapas até que se chegue ao produto final: (1) armação das ferragens; (2) preparação da matéria prima principal, neste caso o concreto; (3) enchimento das formas com o concreto e alinhamento dentro das formas; (4) instalação da parte elétrica e



teste de elasticidade e prova (5).

**Figura 3:** Armação das ferragens para determinar a estrutura do produto.



**Fonte:** Dados da pesquisa (2015).

A armação das ferragens caracteriza a estrutura dos produtos, delineará o formato e qual o tipo do padrão. Esta etapa demanda em torno de trinta minutos e é realizada manualmente por apenas um funcionário. Levando em consideração a média de unidades demandadas diariamente, que são aproximadamente cinco, este funcionário produz de doze a quinze armações por dia, o suficiente para atender a produção do dia e preparar as estruturas dos padrões que serão fabricados para estoque.

A preparação da matéria prima é um processo mais ágil, exigindo também a atuação de apenas um funcionário. Esta etapa consiste em gerar a massa do artefato, sendo feita a mistura do cimento com areia, brita e água. Toda a matéria é adicionada a um equipamento denominado betoneira, que irá fazer a mistura dos componentes até que estes se transformem em massa de concreto. Essa mistura leva, em média, um intervalo de três a cinco minutos, acrescido o tempo que se leva para adicionar a matéria prima até que se produza o concreto necessário para encher as formas, este processo durará aproximadamente vinte minutos. Enquanto é realizada a transformação da matéria prima em concreto, as armações vão sendo colocadas dentro de formas de ferro, e para que não haja muito atrito na retirada dos padrões quando estes estiverem prontos, é passado óleo diesel nas laterais da forma, facilitando a retirada e evitando possíveis danos físicos ao produto.

**Figura 4:** Processo de transformação da matéria prima em concreto.



**Fonte:** Dados da pesquisa (2015).

O preenchimento das formas é o momento em que o padrão está pré-fabricado, pois

estas possuem os encaixes das caixas de medição e uma mangueira para passar a fiação, restando apenas os acessórios e o teste final.

Nesta etapa atuam dois funcionários, pois é necessário o transporte da matéria até as formas e enquanto um traz o concreto, o outro vai espalhando e moldando as bordas dentro das formas. Esta atividade varia entre vinte e quarenta minutos, sendo uma etapa prolongada, visto que após o enchimento das formas é necessário aguardar que concreto seque (justificando que as entregas dos produtos são programadas para as terças-feiras, as quintas e os sábados), pois é necessário esperar de três a quatro horas para que os padrões pré-fabricados possam ser retirados com segurança garantida das formas.

**Figura 5:** Processo de enchimento e alinhamento da matéria prima.



**Fonte:** Dados da pesquisa (2015).

O alinhamento da massa é feito antes da mesma secar, após o preenchimento das formas. Trata-se de uma etapa muito importante, uma vez que o padrão está sujeito à reprovação da Cemig caso ele esteja desalinhado em sua superfície frontal. Nesta fase, muito concreto é despejado ao chão devido à característica deste processo, acarretando à perda de matéria-prima, já que o chão de fábrica é em terra e outra parte em pedra brita.

O processo de instalação elétrica é uma etapa complexa, pois trata-se de uma montagem minuciosa envolvendo todo o padrão. Faz-se necessária a atuação de um profissional técnico experiente em eletricidade, tendo como característica principal deste momento na evolução do produto a finalização do acoplamento da caixa de medição no concreto, o cabeamento, os disjuntores, entre outros acessórios diversos. Por tratar-se de uma instalação que dependerá da aprovação da companhia de energia elétrica do estado, os acessórios a serem utilizados são de uso padrão para as empresas que atuam neste ramo.

A Cemig segue determinações técnicas internas para efetivar a aprovação do padrão, o nome desta determinação técnica é PEC11 (Materiais e Equipamentos Aprovados Para Padrões de Entrada), nesta norma estão todos os acessórios, suas respectivas marcas e fabricantes autorizados para serem utilizados durante a montagem. Observado este ponto de determinação técnica interna, a única maneira de se reduzir custo nesta etapa é cotando os acessórios entre os fabricantes listados na PEC11.

O teste de elasticidade e prova dos padrões CEMIG é uma semi-avaliação feita na própria indústria que se equipara à avaliação que será realizada no momento da instalação. Para que não haja possíveis imprevistos é feita uma espécie de verificação técnica no padrão, analisando todos os pontos que podem comprometer a avaliação do produto, como: o alinhamento; as fissuras e rachaduras na matéria prima; os acessórios instalados e se foram

utilizados as marcas correspondentes ao que está descrito na norma PEC11, imposta pela companhia energética.

Periodicamente é feito um exame de elasticidade no padrão, onde mede-se a resistência do concreto e a capacidade de emborcação, sem que o mesmo venha a partir-se. É de extrema importância a realização deste exame, porque a própria Companhia Energética o faz em período indeterminado, apenas por comunicado. Caso o padrão não resista, a Companhia condena toda produção estocada. Levando em consideração que a demanda deste produto é contínua, devido ao aquecimento do setor de construção civil, uma situação de condenação destes padrões comprometeria todo o fornecimento da empresa, sendo necessária uma nova avaliação até sua devida aprovação.

**Figura 6:** Teste de elasticidade no padrão.



**Fonte:** imagem retida de arquivos na internet.

Com este critério determinado "teste de prova", o índice de reprovação dos padrões é quase zero quando avaliada a sua estrutura, sendo mínimo o risco de condenação, e não encontrado nos últimos quatro anos registros de desaprovação. Existem outros motivos de reprovação de um padrão, todavia que não compromete o uso da matéria prima: ausência de conectores terminais ou bi-metálicos, cabos com bitola incorreta e parafusos galvanizados reconicionados. Quanto à estes modelos de reprovação, a CEMIG permite que seja feita a troca do material indevido no local onde o mesmo será instalado. Visto todo o processo, as tabelas 2 e 3 apresentarão quantitativamente a matéria prima, distinguindo entre padrões altos e baixos:

**Tabela 2-** Matéria prima utilizada na produção.

<b>Tipo de matéria prima</b>	<b>Alto</b>	<b>Baixo</b>
Areia	Quatro carrinhos de areia (200 litros de areia que corresponde a 0,20m <sup>3</sup> ).	Três carrinhos e meio de areia (175 litros de areia que corresponde a 0,18m <sup>3</sup> ).
Brita	Três carrinhos e meio (175 litros de brita que corresponde 0,18m <sup>3</sup> ).	Dois carrinhos e meio (125 litros de brita que corresponde a 0,13m <sup>3</sup> ).
Cimento	80 Kg	60 Kg

**Fonte:** Dados da pesquisa (2015).

A seguir serão apresentados quantitativamente os acessórios que são utilizados nos padrões de acordo com seu tipo alto ou baixo e sua classificação, monofásico, bifásico ou trifásico:

**Tabela 3-** Acessórios utilizados no processo produtivo

Acessórios	Classificação do Padrão		
	Monofásico	Bifásico	Trifásico
Parafuso Olhal	1pç	1pç	1pç
Paraf. 1/2x200mm	1pç	2pçs	3pçs
Armação Rex	1pç de uma armação	1pç de três armação	1pç de quatro armação
Roldana	2pçs	3pçs	4pçs
Haste Cantoneira	1pç	1pç	2pçs
Tubo de Aterram.	1pç	1pç	2pçs
Disjuntor	1pç 1Px40A	1pç 2Px60A	1pç 3Px60A
Caixa de Medição	1 caixa monofásica	1 caixa polifásica	1 caixa polifásica
Paraf.Bimetálico	1pç de 10mm	1pç de 16mm	1pç de 16mm
Terminal de Pressão	-	1pç de 16mm	1pç de 16mm
Arruela Quad.	2pçs	3pçs	4pçs
Fio/Cabo Preto	10mts fio 6mm- alto 8mts fio 6mm -baixo	22mts 16mm-alto 14mts 16mm-baixo	
Fio/Cabo Azul	10mts fio 6mm- alto 8mts fio 6mm -baixo	11mts 16mm-alto 8mts 16mm-baixo	28mts 16mm-alto 14mts 16mm-baixo
Fio/Cabo Verde	5mts fio 6mm- alto 3mts fio 6mm -baixo	4mts 16mm-alto 3mts 16mm-baixo	8mts 16mm-alto 6mts 16mm-baixo
Cabo de Cobre	3mts cabo 10mm	3mts cabo 10mm	3mts cabo 10mm

**Fonte:** Dados da pesquisa (2015)

#### 4.2 Análise de saída dos padrões.

O ciclo de trabalho da indústria em estudo é bem prático, é um processo simples, entretanto demanda conhecimento e muito esforço físico da maioria de seus funcionários. Resume-se, basicamente, no atendimento ao cliente, o encaminhamento do pedido à indústria, sua confecção e a entrega nos dias semanais programados já mencionados. São processos ágeis, inclusive a produção do poste padrão. Os dados fornecidos ao estudo foram dos últimos vinte e nove meses de atividade, os relatórios de venda são feitos manualmente e arquivados na própria indústria. São enviadas cópias à loja do grupo, onde são feitas as vendas, para que possa ser calculada a comissão dos vendedores externos e as notas fiscais são enviadas juntamente com as notas de compras ao escritório de contabilidade. Em uma conversa com o gerente da empresa, o mesmo afirmou que as peças são vendidas a um valor que corresponde a uma margem de trinta e cinco a quarenta por cento sobre o seu custo geral.

Com cinco formas para a fabricação, a empresa trabalha diariamente utilizando a capacidade máxima de seus equipamentos. A média geral de venda da empresa, segundo dados fornecidos pela mesma, são aproximadamente 86,7 peças ao mês, com uma receita de R\$53.898,97. Logo, a produção diária variando de quatro a sete peças é o suficiente para atender seus clientes e manter o estoque de segurança atualizado.

Embora existam oscilações consideráveis nas vendas, a produção não pode ser interrompida, sendo que os meses com números menores de vendas produzem para repor o estoque, e os com maior número de vendas trabalham para atender os clientes e não reduzir em grande escala a quantidade estocada. Março e Outubro de 2013, e Julho e Agosto de 2014, são meses que comprometeram o estoque da empresa, porém demandas como essas não são normais, representam situações como contratos fechados com construtoras para que a indústria atenda-os em loteamentos das mesmas. Neste período, normalmente mais um

funcionário é designado para acelerar o processo de instalação elétrica do padrão, sendo necessário utilizar a estocagem da empresa enquanto se fabrica os novos padrões.

### 4.3 Análise dos dados fornecidos pela empresa.

Analisado o método Tambor-Pulmão-Corda dentro do processo, percebe-se que ele encaixa-se devidamente bem, visto que a demanda do produto é estável, contribuindo para que a produção não sofra grandes oscilações em curtos períodos, significando que a batida do tambor está em um ritmo ponderado. Quando a demanda se eleva mais que o normal, a empresa trabalha a passos mais acelerados para que seu estoque não caia para o mínimo, embora não seja possível manter o estoque no mesmo nível quando a procura é maior, ou seja, quando fecha contrato com alguma construtora entre outros, a indústria prepara-se.

Passados os períodos de alta na produção destinada à venda, inicia-se a produção destinada à estocagem, elevando seu estoque de segurança ao máximo. A etapa de armação das ferragens, preparação e transformação da matéria prima, e o enchimento das formas são processos, na maioria das vezes, destinados ao estoque, repondo o padrão que o técnico em eletricidade está montando para ser entregue ao cliente, sendo este o meio utilizado para manter a fabricação interligada à entrega com um intervalo médio razoável. Visto passo a passo o processo, buscou-se identificar imperfeições no sistema produtivo que causasse algum tipo de deficiência no produto final. Todavia, de acordo com os dados fornecidos pela empresa, não foram encontrados gargalos que viessem a comprometer tal produto. Em consulta ao sócio gerente da empresa, não há índice de reprovação ou de reclamação do produto, indicando que o produto final é de boa qualidade quanto à sua estrutura. O processo é ágil envolvendo poucos funcionários, e caso haja erro que possa causar consequências, o mesmo é de fácil identificação. A mão de obra necessita de pouca especialização, pois o trabalho é rústico, sendo a área que envolve qualificação a de instalação elétrica, e nesta tem-se um engenheiro responsável e um técnico em eletricidade.

Não identificar restrição que atrase a entrega ou a estrutura do produto não quer dizer que não haja. Observando o modo de trabalhar da empresa desde o primeiro momento, percebe-se alguns pontos em aberto, embora não comprometam o produto, podem comprometer o administrativo da empresa. Na descrição da análise de saída é dito que os relatórios de vendas são feitos manualmente, isso significa que falta informatização, em um ambiente de ampla concorrência faz-se necessário acompanhar a modernização, acelerando a entrega de um relatório, facilitando a análise dos mesmos para possíveis tomadas de decisões gerenciais em relação a apontamento de produtividade. São essenciais também relatórios de custos diretos e indiretos, para serem confrontados com as receitas. A informatização representaria uma segurança maior no arquivamento das informações cruciais para a empresa, não havendo risco de perder, rasgar ou deteriorar com o tempo.

**Figura 7:** Enchimento das formas no processo produtivo.



**Fonte:** Dados da pesquisa (2015).

Uma restrição que não atrapalha o produto final, entretanto chama a atenção e aumenta os custos está no terceiro passo do processo produtivo, o “enchimento das formas”. Trata-se de uma etapa muito simples, mas que há um grande sobra da matéria prima principal, o concreto. Quando é feito o alinhamento da massa, parte dessa matéria vai ao chão, não permitindo que seja reaproveitada, já que o piso de fábrica nesta área é em terra, revestido apenas por pedras britas. Demonstra-se uma falta de investimento neste setor, ou conscientização dos sócios gerentes, já que o investimento não seria alto para fazer as possíveis melhorias, não tratando também de um processo complexo reaproveitar esta matéria prima em outro produto.

De acordo com a figura 7, nota-se que há muita matéria prima espalhada pelo chão da indústria, sendo todo sobra apresentado na imagem de um acúmulo dos padrões que vão sendo fabricados. Segundo informações dos funcionários que trabalham no processo, cerca de um a dois por cento do concreto fabricado para um padrão é desperdiçado, conseqüentemente, em um intervalo de cinquenta a cem padrões fabricados, perde-se matéria prima para se produzir ao menos um padrão baixo, o que demoraria cerca de no mínimo um e no máximo dois meses, se observadas as análises da tabela dos relatórios de vendas. Questionando o engenheiro da própria indústria no intuito de saber se as sobras eram inevitáveis, o mesmo afirma que sim, pois é complicado mensurar a quantidade exata do concreto a ser utilizado, uma vez que o mesmo tem uma medida de 30cmx30cm na sua base e ao seu topo já está 10cmx10cm, e como se de toda forma fosse calculada uma medida exata ao fazer o enchimento e o alinhamento da massa na forma faltaria concreto. Visto este descarte do concreto, o próximo passo é trazê-lo para dentro dos cinco passos de focalização, pois o mesmo é um gargalo que não interfere no produto final, mas está diretamente ligado à produção.

#### **4.4 Adaptar a restrição aos cinco passos de focalização da TOC**

O primeiro passo dentro da Teoria das Restrições é identificar o erro, neste caso, as sobras da matéria prima principal, o concreto. No segundo passo, o objetivo é extrair ao máximo deste gargalo uma forma para que o mesmo gere lucro para a empresa. Uma maneira de fazer com que este concreto jogado ao chão seja reaproveitado é optando para que um dos funcionários do próprio processo faça a coleta e o devolva para a betoneira, não há necessidade de contratação de um novo funcionário para esta tarefa, já que a mesma é de simples realização. Neste ponto identifica-se a próxima restrição, a coleta, tornando-se impossível fazê-la porque o chão de fábrica não permite. Sendo assim, faz-se necessário um pequeno investimento no raio em que se encontram as formas onde são feitos os preenchimentos, reformando o piso em volta das formas de fabricação dos padrões, sendo o primeiro passo a ser feito para que proporcione a possibilidade de reaproveitar a matéria prima que é descartada. Depois de feito este investimento, é necessário estudar possibilidades de retorno financeiro quanto à matéria coletada, ou ao menos explorá-la para reduzir o gasto. Assim concretizadas algumas dessas hipóteses, ficará claro que a reforma não tenha sido em vão. No terceiro passo, é necessário subordinar o restante do processo a este gargalo, como não é possível envolver as outras etapas do processo no descarte da matéria prima, esta proposta de melhoria deverá servir ao menos como um processo de conscientização para os outros setores, mesmo que neste as sobras sejam mínimas, como o corte no momento de fazer as armações das ferragens, ou dos cabos na instalação elétrica, e até mesmo na entrega dos padrões, que além de programadas podem ser feitas em rotas.

O quarto passo, elevar a restrição, é fazer com que a mesma seja produtiva e gere lucro, sendo necessário rever uma maneira de aproveitar a matéria desperdiçada em produtos

inferiores, ou até mesmo reaproveitá-lo no mesmo tipo de produto. Só seria possível realizar uma análise de redução de gasto contando com o reaproveitamento se a empresa elaborasse um controle de saída da mesma antes de estar transformada. Recentemente, a Cemig exigiu que o tubo de aterramento fosse de tampa de ferro ou de concreto, acessório apresentado na figura 4. Nesses termos, é viável analisar a possibilidade de produzir essas tampas, aproveitando a matéria-prima que é descartada, uma vez que a mesma possui o mesmo tipo.

Após a exigência da CEMIG de utilizar tampões de ferro ou de concreto, a indústria passou a produzi-las em lotes. A produção das tampas em concreto possibilitou a venda destas para outra empresa do grupo, onde são vendidos postes padrões de ferro. A quantidade de matéria-prima utilizada para fazer uma tampa de 25 centímetros de diâmetro e três centímetros de espessura é pequena, assim a oportunidade de tornar o gargalo um fator produtivo com essa possibilidade é bastante relevante, pois se indústria passasse a utilizar tampas de ferro, o custo do padrão aumentaria entre vinte e vinte cinco reais, dependendo do fornecedor da mesma.

**Figura 8: Tubo de aterramento com tampa de ferro fundido e tubo de aterramento em concreto.**



**Fonte:** Dados da pesquisa (2015).

Fazer uma reavaliação das modificações que estão sendo sugeridas é o quinto passo apresentado pela TOC, sendo necessário estudar se as modificações estão gerando os resultados esperados, e se não estão influenciando negativamente o setor em que encontra-se e os demais. É proposto analisar se após as mudanças serem impostas, não estarão causando mais perda da matéria-prima. Além disso, é necessário rever se essas alterações impactaram negativamente em outras partes do processo, como por exemplo, aumento no tempo de produção, sobrecarga de mão de obra, qualidade do produto, dentre outros fatores. Com o passar do tempo, torna-se possível pensar que não desperdiçar seja inerte, executando esta solução apenas com o objetivo proposto, fazendo-se necessário. Entretanto, a ideia é que busquem novas alternativas, visando tornar o processo uma área de trabalho caracterizada pela melhoria contínua.

## **5 Considerações Finais**

O estudo buscou identificar quais as etapas do processo de produção dos padrões CEMIG na indústria em uma indústria de pré-moldados em Ituiutaba e como a Teoria das Restrições pode melhorar este processo. Visto todo o processo, conclui-se que o produto final avaliado não apresenta restrição quanto à sua fabricação, pois não há registro de reprovação dos mesmos em mais de três anos, período em que foram fornecidos os dados para as análises. Não havendo deficiência na entrega dos materiais para a produção e nem na entrega do produto final quanto ao prazo, pois o tempo de fabricação de aproximadamente duas horas é o suficiente para atender a média da produção diária.

Observado o processo enxuto da empresa, buscou-se encontrar medidas sugestivas que não interferissem no produto final, mas sim em pontos gerenciais e organizacionais. Foi identificado que a empresa necessita informatizar-se, possuir um controle de entrada e saída detalhado e seguro, no âmbito de ter-se conteúdo em tempo hábil para tomada de decisão, tanto para as vendas, quanto para as compras.

O ponto que destacou-se no estudo foram os restos de matéria prima. De acordo com os funcionários que fazem o preenchimento e o alinhamento do concreto, há um descarte em torno de um a dois por cento na fabricação do padrão, o que não é viável, visto que em torno de cinquenta a cem produzidos, perdem-se recursos para fabricar ao menos um padrão de 4,5 metros. Visando apresentar solução para o reaproveitamento desta matéria-prima, sugeriu-se a fabricação de produtos de segunda linha ou reutilizar a mesma no próximo padrão. Resultados relevantes a curto e em longo prazo.

Outra hipótese a ser estudada foi relacionada à fabricação de tampas de tubos de aterramentos em concreto. A CEMIG exigiu que desde o início de 2015 as tampas deveriam ser de ferro ou concreto, as utilizadas anteriormente eram de plástico, assim como o próprio tubo. Esta norma não existia anteriormente porque, normalmente, o tubo de aterramento fica do lado de dentro da residência, coberto com cerâmica ou cimento. Todavia, haja vista que nem toda residência tem o mesmo padrão, optou-se pela utilização dessas novas tampas que geram mais segurança na instalação, principalmente para o morador. O uso da cobertura de ferro aumentaria em praticamente vinte e cinco reais o custo do padrão, optando-se por fabricá-la em concreto, utilizando matéria-prima nova, quando se poderia utilizar o que é desperdiçado para produzi-las, não aumentando o custo do padrão, tendo em conta que a matéria utilizada seria remanescente de outro produto já elaborado.

Produzir estas tampas poderia ser uma iniciativa rentável, pois os fabricantes de padrões de ferro provavelmente não as fabricam em concreto, e utilizar as de ferro fundido, como já mencionado, aumenta o custo do produto. Logo, repassar um produto novo, fabricado com uma matéria prima que seria descartada é sair do prejuízo diretamente para o lucro.

Iniciar uma nova etapa dentro de um processo formado pode ser considerado complexo, entretanto, se observadas as vantagens, esta mudança poderá ser beneficiária. É necessária uma iniciativa direta dos gestores para inovar, além de um estudo quantitativo mais amplo em relação à matéria-prima exata utilizada para a fabricação de um padrão, possibilitando o estudo avaliar quanto pode ter sido perdido em quantidade e em valor financeiro, através dos relatórios de vendas. Para um próximo estudo, sugere-se elaborar a análise quantitativa de concreto necessário para produzir o padrão, possibilitando identificar a quantidade de material desperdiçado e seu custo.

## **REFERÊNCIAS**

ALVES, A. P. *et al.* **Utilizando os passos da teoria das restrições para a melhoria contínua da produção: um estudo aplicado a uma fábrica de jeans.** Revista do mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial, Estácio de Sá, Rio de Janeiro, p.1-22, 2010.

ANDRADE, M. M. D. **Introdução a metodologia do trabalho científico.** 8ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CHIAVENATO, I. **Gerenciando Pessoas.** São Paulo: Makron Books, 1994.



COGAN, S. **Contabilidade Gerencial: Uma abordagem da teoria das restrições**. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CORREA, C. A; CORREA, H. L. **Administração de produção e operações**. 2ed. São Paulo: Atlas, 2005.

CORREA, C. A; CORREA, H. L. **Administração de produção e operações**. 3ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GAION, A.V. F. *et al.* **Teoria das Restrições aplicada à prestação de serviços**. Revista Científica Unopar, Londrina, p.67-82, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo**. 2.ed.. São Paulo: IMAM, 2002.

GUERREIRO, R. **A Meta da Empresa: seu alcance sem mistérios**. São Paulo: Atlas, 1999.

IUDÍCIBUS, S. **Teoria da contabilidade**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

KRAEMER, M. E. P. **A contabilidade gerencial e a teoria das restrições**. Universidade do vale do Itajaí, Itajaí, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2011.

NOREEN, E.. *et al.* **A Teoria das Restrições e suas Implicações na Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Educator Editora, 1996.

OLIVEIRA, L. M.; JÚNIOR, J. H. P. **Contabilidade de Custos para não contadores**. São Paulo: Atlas, 2010.

POZO, H. **Teoria das restrições: o sucesso através de redução do tempo set up em uma pequena indústria de manufatura**. Revista eletrônica de gestão de negócios, Santos, p.1-41, 2007.

PREFEITURA DE ITUIUTABA. **Casas populares em Ituiutaba podem ultrapassar 3.600 unidades**. Disponível:  
<http://www.ituiutaba.mg.gov.br/antigo/?id=857&i=62&t=Not%C3%ADcias&act=ler&c=noticias&ca=3>.  
Acesso em: 15 nov 2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUSA, J. E. F. **Uma análise de produção de fachadas empresariais em uma empresa de comunicação visual sob a égide da teoria das restrições**. Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, p. 1-18, 2013.