

**Eixo Temático: Estratégia e Internacionalização de Empresas**

**UTILIZAÇÃO DA LÓGICA FUZZY PARA MELHORIA NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETOS A PARTIR DA AREIA DE FUNDIÇÃO**

**USE OF FUZZY LOGIC FOR IMPROVEMENT IN THE PRODUCTION OF CONCRETE BLOCKS FROM THE FOUNDRY SAND**

Deoclécio Junior Cardoso da Silva, Felipe Manzoni Silveira, Natália Pedroso Serpa, Leoni Pentiado Godoy, Roger da Silva Wegner e Edio Polacinski

**RESUMO**

Perante a atual competitividade, as empresas que buscam estar sólidas no mercado devem além das questões econômicas, preocupar-se também com a gestão de seu processo produtivo, levando em consideração a sustentabilidade fato hoje avaliado pelos consumidores de produtos ou serviços. Assim que se pode afirmar que, a gestão sustentável, tem sido um dos maiores obstáculos pois, muitas empresas não dispõem da devida atenção, que essa área necessita. Vale salientar, que a gestão sustentável aos poucos vem sendo modificada, pois, a empresa estudada utiliza-se da areia de fundição (ADF) gerada por uma empresa metal mecânica, para produção de blocos de concreto a partir dessa matéria prima diferenciada. Porém, a empresa em estudo, mesmo com esse diferencial, encontrava-se utilizando somente cerca de 80% de sua capacidade produtiva, por isso objetivou-se nesse estudo realizar uma proposta de melhoria na capacidade produtiva utilizando a Lógica *Fuzzy*. Assim aplicando-se o método da Lógica Fuzzy, a partir de formulação de critérios a serem trabalhados, para que houvesse uma melhora na produção, chegou-se a um aprimoramento de cerca de 10%. Mostrando assim que, o método é um forte auxiliar para as empresas que se utilizam, gerando alternativas com maior confiabilidade e assertividades.

**Palavras-chave:** Lógica Fuzzy, Gestão da produção, Blocos de concreto.

**ABSTRACT**

Given the current competitiveness, as companies that seek to be solid in the market also for the economic companies, also to be concerned with a management of its productive process, taking into consideration the sustainability. In view of this, sustainable management has been one of the major obstacles, as many companies do not have the due attention that this area needs. It is worth mentioning that this has gradually been modified, since the studied company uses the sand casting (ADF) generated by a metalworking company, for the production of concrete blocks from this differentiated raw material. However, the company under study, even with this differential, was using only about 80% of its productive capacity, in view of which the purpose of this study was to improve productive capacity. Thus, applying the Fuzzy Logic method, from the formulation of criteria to be worked, for an improvement in production, an improvement of about 10% was achieved. Thus, the method is a strong aid to the companies that use it, generating alternatives with greater reliability and assertiveness.

**Keywords:** Fuzzy Logic, Production Management, Concrete Blocks.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o processo de desenvolvimento acelerado, bem como a dinamização do mercado, as organizações se veem obrigadas a buscarem formas para melhorar seus processos otimizando, assim, os resultados finais obtidos. Além disso, outro fator relevante, é a questão de as empresas levarem em consideração as consequências de suas ações, denotando, assim, a preocupação com o meio ambiente, adotando políticas e ações, que conduzam a uma força de trabalho sustentável (PARAKANDI; BEHERY, 2015).

Diante disso, pode-se afirmar que o setor de fundição, tem buscado alternativas, que visam um gerenciamento ágil e flexível de seus resíduos (Areia de fundição) (WANG; CONLEY; STOLL, 1999). Uma alternativa para tal resíduo, é a fabricação de blocos de concreto provenientes da areia de fundição, perante isso, tal estudo mostra o processo de produção deste reaproveitamento em blocos de cimento sólidos. Entretanto, como na maioria dos processos pode haver algum distúrbio no processo produtivo, onde por meio de metodologias os mesmos podem avaliar e definir diretrizes que venham solucionar seus problemas de maneira mais assertiva possível.

Portanto, o presente trabalho busca a aplicação do método da Lógica Fuzzy para a otimização da qualidade na produção de blocos de concreto a partir da ADF, visando proporcionar aos gestores alternativas que venham a gerar cada vez mais melhorias aos seus produtos. Neste contexto, os critérios a serem considerados são: equipamentos, tempo, custo e os recursos humanos envolvidos na produção de blocos de concreto.

Sabe-se, que as inovações na tecnologia auxiliam e muito a cadeia produtiva, diminuindo o desperdício, auxiliando as empresas a extrair cada vez mais de sua capacidade e com isso alcançar mercados antes vistos como impossíveis, pois como o auxílio da mesma muitos produtos e serviços novos vem surgindo, fazendo com que as empresas entendam e atendam às necessidades de seus clientes (FONSECA, 2002).

Ainda a areia de fundição, é definida como um insumo que se constitui de areia como base com outros produtos químicos, com a finalidade de confecção de moldes nas indústrias metal mecânicas (FERNANDES, 2004).

A seguir são expostos o referencial teórico, metodologia utilizada para a pesquisa, resultados, conclusões, limitações e sugestões de novos estudos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 GESTÃO DA PRODUÇÃO

As organizações disputam a todo momento os recursos e clientes entre si, revelando com isso a necessidade de avaliar os resultados de suas decisões e ações (BENTES et al., 2011), além de ser primordial para melhorar os meios de produção e otimizar o seu desempenho. A utilização inadequada dos recursos existentes na organização implica na qualidade insatisfatória, resultando em desperdícios e não conformidades, conseqüentemente, aumentando os custos organizacionais (FEIGENBAUM, 1994). Assim, o reaproveitamento da areia in natura, que após utilizada no processo de fundição torna-se o principal componente descartado. Essa areia passa a ser denominada como resíduo pelas alterações sofridas em suas características físicas e químicas.

Com o crescente interesse na preservação do meio ambiente, é necessário explorar formas de transformar, reciclar e reutilizar os resíduos industriais em materiais de construção (ZHAN; POON 2015). As operações de um processo produtivo são controladas no tempo e no espaço além de serem auxiliadas pelos fornecedores e clientes (HALD; MOURITSEN, 2012).

A gestão da produção pode ser definida como uma função de gerenciamento de planejamento, organização, direção, coordenação e controle de insumos, além de elementos do processo e possui o objetivo de fabricar bens e serviços com alto valor agregado (TEZEL et al., 2016).

Além disso, tradicionalmente os modelos de gestão da produção são compostos por duas dimensões: a dimensão técnica e dimensão social. Quanto à dimensão técnica refere-se à organização da produção como, por exemplo, processos, atividades, arranjos físicos de equipamentos e ao fluxo de material que resulta em bens e serviços. A outra dimensão relaciona-se ao social e refere-se à organização do trabalho (MUNIZ et al, 2010).

A gestão de produção é uma das principais atividades realizadas em todas as organizações. O gerenciamento, neste contexto, tem uma natureza dupla que envolve o planejamento, isto é, estabelecer objetivos e controle, que é o monitoramento do desempenho como base para o planejamento futuro. Assim, a gestão da produção foi tradicionalmente definida como o conjunto de atividades que são necessárias para planejar e controlar o processo de fabricação (NEELY, 1991). A fim de auxiliar na gestão da produção, se utilizou a lógica Fuzzy, com números triangulares, sendo explicadas no decorrer do estudo.

## 2.2 LÓGICA FUZZY

A lógica *Fuzzy* vem, ao longo dos anos, sendo cada vez mais difundida, e sua aplicação utilizada em vários âmbitos de pesquisa. Também é denominada *Fuzzy Set Theory* ou ainda abordagem *Fuzzy* e teoria dos conjuntos *Fuzzy* (BATISTA, 2013). Tal teoria foi criada e publicada em 1965 por Lofti Zadeh, tendo como título desta *Fuzzy Sets* e, desde então, começou a ser utilizada por muitos outros estudiosos desta teoria, engloba-se que dentro de cada conjunto existe lacunas ou fenômenos vagos, servindo tal metodologia para descrever e verificar os mesmos (MARRO et al., 2010; HUANG et al., 2015).

A abordagem *Fuzzy*, baseia-se na forma clássica dos conjuntos, entretanto, se difere no fato de admitir que existam valores ou ainda lacunas dentro dos números binários, sendo que a teoria clássica só admite os extremos (MARRO et al., 2010; BATISTA, 2013; YAMAKAWA; MIGUEL; AOKI, 2014). Tal abordagem veio de encontro a suprir a ausência de teorias que empregassem um tratamento matemático habitual para certas variáveis linguísticas, partindo da premissa que estas partem do princípio de seus valores serem atribuídos por palavras ou sentenças em linguagem natural ou artificial (LIMA JUNIOR, 2013).

Afirma-se que a abordagem *Fuzzy*, torna-se mais apropriada quando utiliza variáveis linguísticas qualitativas, como baixo, médio, alto, bem como, provável, improvável, interpretados por números *Fuzzy* e trabalhados pela aritmética válida. Possibilita considerar um maior número de variáveis; permite fazer simulação do processo de julgamento humano; facilita a busca da solução de problemas e torna mais simples a fundamentação de uma base do conhecimento (COSTA et al., 2007).

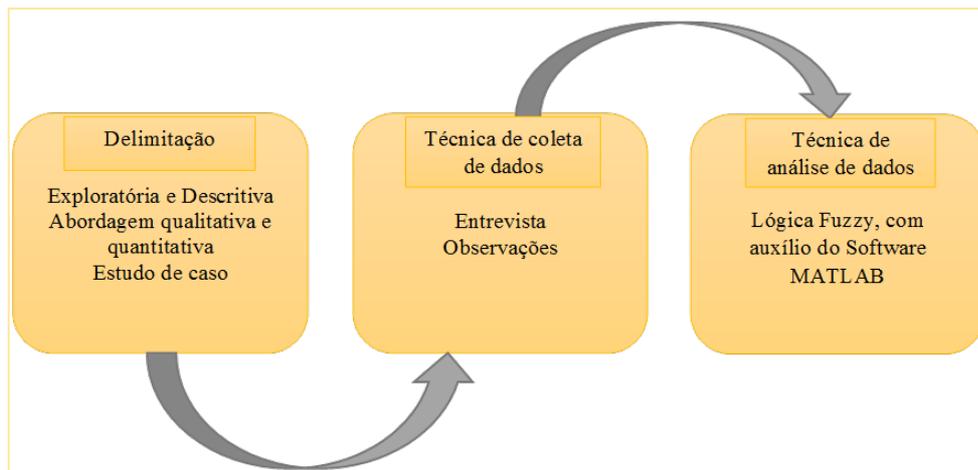
Evidencia-se que, dentro dos conjuntos *Fuzzy*, uma determinada variável poderá pertencer a mais de um conjunto linguístico, porém, se visualizará o grau de pertinência, ou seja, para uma variável que na lógica clássica, pertence somente a um conjunto, sendo 0 e 1, dentro da teoria de conjuntos *Fuzzy*, ela poderá pertencer a mais de um conjunto, sendo delineados para mesma um valor, que demonstrará qual grau de pertinência que o mesmo representa nos conjuntos no qual a variável foi inserida (MARRO et al., 2010; MORAES, 2014; GRZESIK; GRZESIK, 2016).

Desse modo no próximo tópico, evidencia-se a metodologia delineada para a presente pesquisa, com a finalidade demonstrar todos os procedimentos utilizados para que o presente estudo alcançasse o objetivo definido.

### 3. Metodologia

Um estudo científico vem a contribuir para a obtenção de conhecimentos. Onde os resultados encontrados auxiliam aos tomadores de decisão encontrar as melhores alternativas para melhorar suas organizações. Partindo desse pressuposto, para definir o escopo da metodologia, a Figura 1 evidencia as fases metodológicas delineadas para a presente pesquisa.

Figura 1 – Procedimentos metodológicos



Fonte: autores.

A presente pesquisa foi realizada em uma indústria de blocos de concreto, sendo um estudo exploratório, pois buscou-se ter maior familiaridade com o assunto, onde por meio de observações, verificou-se como estava o processo produtivo da fabricação de blocos de concreto a partir da areia de fundição (RUIZ, 2008). Além disso, classifica-se como descritiva, pois buscou-se descrever de forma sistemática as características da empresa (COLLIES; HUSSEY, 2005).

Quanto a abordagem, a mesma pode ser definida como qualitativa e quantitativa, devido aos métodos empregados e, ainda, classifica-se como um estudo de caso. Através da entrevista, pode-se definir os parâmetros de cada um dos critérios, trabalhando-se com o Cr1 em unidades, Cr2 em dia, Cr3 em reais e o Cr4 em número de funcionários.

A teoria clássica foi desenvolvida por Aristóteles e os conjuntos são chamados “crisp” e um dado elemento do universo em discurso pertence ou não pertence ao referido conjunto (ABAR, 2004). O autor ainda mostra que na teoria dos conjuntos nebulosos existe um grau de pertinência de cada elemento a um determinado conjunto. Exemplo disso pode-se citar um conjunto de pessoas com alta renda; e um conjunto das pessoas com baixa renda. Analisando os exemplos pode-se afirmar que, não existe limites que definem quando uma pessoa pertence a qualquer um dos referidos conjuntos.

A organização estudada é uma indústria de estrutura familiar, com característica societária enquadrada na Receita Federal como Empresa de Pequeno Porte – EPP, tendo início em 2007. É administrada por dois sócios e contando com quatro funcionários, atuando diretamente nos processos de fabricação dos blocos. Os produtos fabricados são: pré-lage, artefatos de cimento, concreto, telha romana, tijolos de todos os tipos e comercialização de materiais de construção em geral. Mas o produto principal da indústria em estudo é a fabricação de blocos de concreto para alvenaria e pavimentação.

Apresenta uma capacidade produtiva de 90.000 peças/mês de blocos de concreto e utiliza de resíduo da areia de fundição aproximadamente 100 toneladas/mês. Atualmente a indústria fabrica 72.000 peças/mês de blocos de concreto. Para a fabricação dos produtos e artefatos a empresa disponibiliza de uma área afastada da cidade devido ao som emitido pelo maquinário. Área possui um espaço para localização das máquinas e equipamentos, depósitos, entre outros sendo que suas instalações estão abrigadas em um pavilhão com cerca de 800m<sup>2</sup> com uma área total de aproximadamente 20.000m<sup>2</sup>. Tendo um custo de produção de R\$ 59.200,00.

A entrevista fora feita em duas etapas, a primeira verificou-se com os gestores os aspectos principais descritos anteriormente, com a finalidade de entender o problema da empresa e com isso, poder montar as simulações utilizando o método de análise, já a segunda etapa foi de um questionário onde os especialistas responderam o que geraria as combinações dos critérios levantados. As observações auxiliaram no entendimento e formulação dos critérios de entrada, denotando o que precisaria ser trabalhado para que houvesse o aumento na produtividade de maneira que viesse atender o objetivo delineado para a presente pesquisa

Para fins de análise, utilizou-se da Lógica *Fuzzy*, com números *Fuzzy* triangulares, desenvolvida por Lofti Zadeh em 1965, tendo como título desta *Fuzzy Sets* e, desde então, começou a ser utilizada pelos demais pesquisadores, dentro desta teoria, engloba-se que no interior de cada conjunto existe lacunas ou fenômenos vagos, servindo tal metodologia para descrever e verificar os mesmos (MARRO et al., 2010; HUANG et al., 2015). Desse modo, utilizou-se o Software MATLAB para que fosse efetuada as simulações. Diante a isso, os próximos tópicos evidenciam os resultados obtidos.

## 4. RESULTADOS

### 4.1.1. Análise do processo produtivo de blocos de concreto

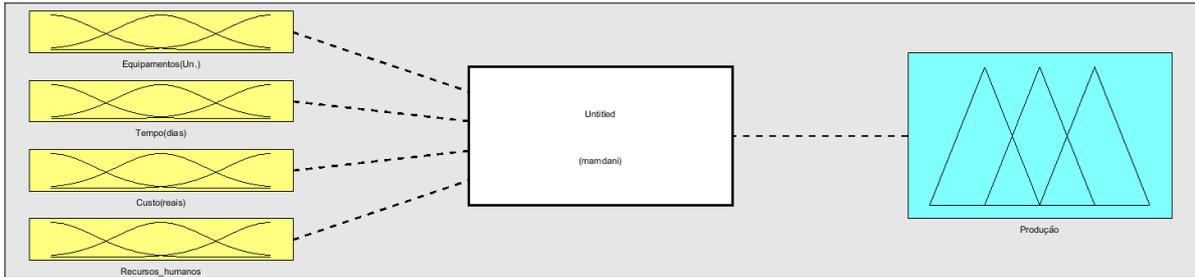
A primeira etapa após o recebimento da areia de fundição, a mesma é levada até as coifas, por meio de esteiras para então serem pesadas separadamente. Na segunda etapa ocorre a mistura do resíduo dentro de um misturador, onde são adicionados aditivos e cimento junto com a areia de fundição, gerando com isso a matéria prima base para a fabricação dos blocos. A terceira etapa é a da prensa vibratória, onde a matéria base é carregada por esteiras até tal prensa, para que haja a modelagem necessária e produção final dos blocos.

Por fim é feita a escovação e eliminação das aparas, verificando com isso se estão de acordo com as normas, onde a parte estrutural do bloco (resistência à compressão e absorção de água), estão atendendo as especificações da ABNT NBR 6136:2010, NBR 12118:2012 e NBR 9781:2013. Diante a isso, pode-se definir os critérios, para chegar a máxima produtividade na fabricação dos blocos de concreto a partir da areia de fundição, auxiliando os gestores na tomada de decisão.

### 4.1.2. Definição dos critérios

Após ser realizada a observação do processo produtivo, em conjunto com os gestores, estabeleceu-se quatro critérios que serão utilizados para melhorar a capacidade produtiva da empresa. A Figura 2 evidencia os critérios utilizados para a simulação do Fuzzy Set's. Onde a entrada serão: Equipamentos (Cr1), Tempo (Cr2), Custo (Cr3) e Recursos Humanos (Cr4).

Figura 2 – Entradas e saída de simulação para melhoria da qualidade na produção



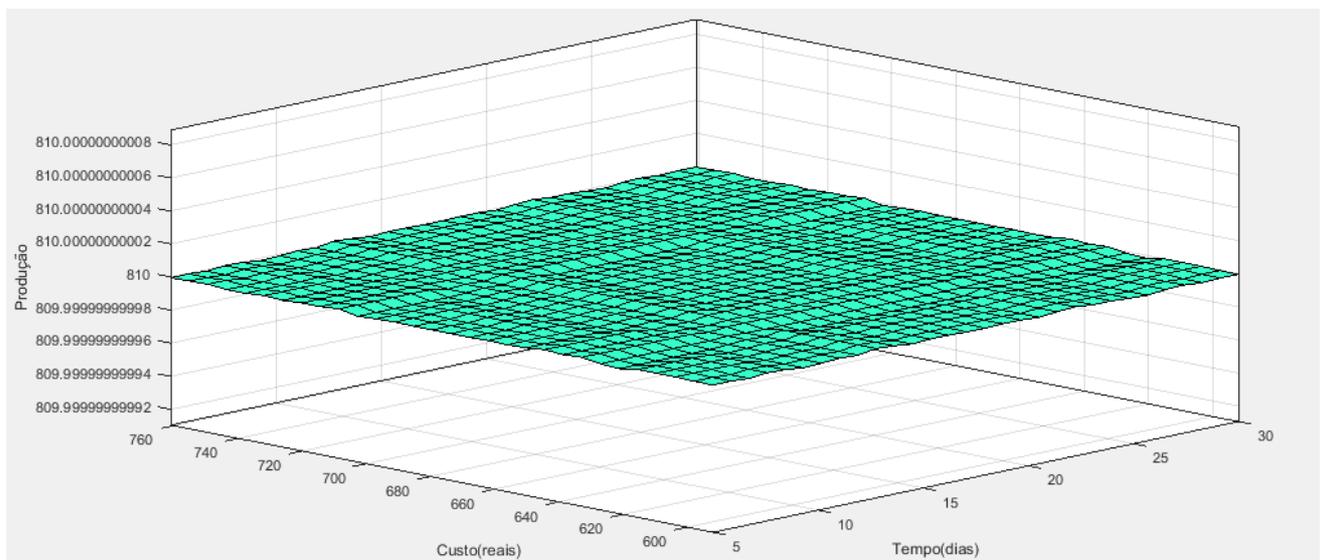
Fonte: autores.

Conforme demonstrado na figura 2, observou-se o comportamento das entradas em relação a saída, ou seja, a influência de cada entrada para otimizar a produtividade na fabricação dos blocos de concretos a partir da areia de fundição.

#### 4.1.3. Simulações *Fuzzy*

Após as simulações, utilizou-se o auxílio dos gestores para elaborar as restrições, em sequência foi realizada a análise dos critérios em relação a qualidade no processo produtivo. A base de conhecimento é formada pela base de regras e pela base de dados. A base de regras contém um conjunto de regras *Fuzzy*, composta por proposições da forma: SE “estado”, ENTÃO “resposta”, em que “estado” e “resposta” são valores assumidos por variáveis linguísticas. A base de regras por uma coleção de proposições *Fuzzy*, sendo utilizadas todas as combinações possíveis para então dar maior veracidade a aplicação do método. Determinada as restrições obteve-se as simulações evidenciadas na Figura 3, onde pode-se observar o comportamento da produção, diante das variáveis custo e tempo.

Figura 3 – Custo X Tempo

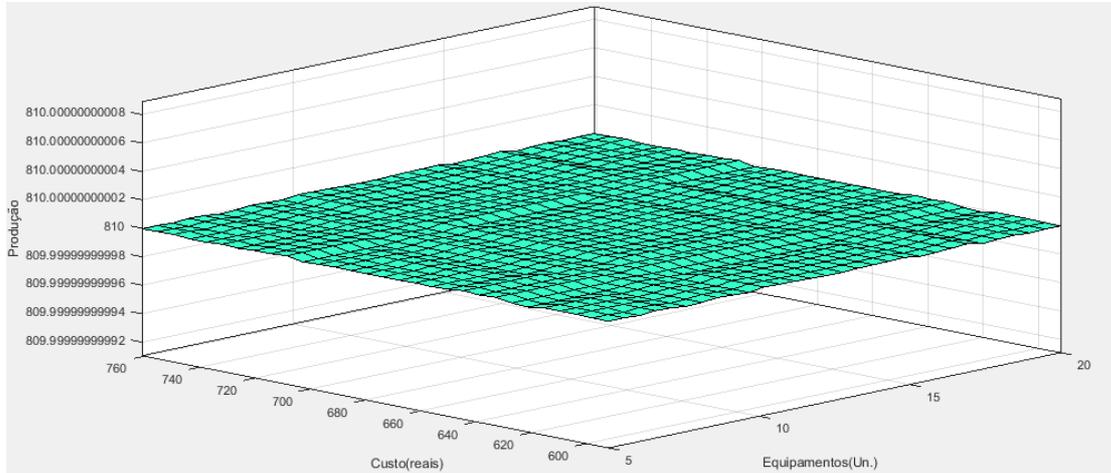


Fonte: Autores.

É observável, que o comportamento das variáveis não é constante mostrando que há modificações quando aumenta-se o tempo em dias em relação ao custo, auxiliando o gestor a

decidir qual o melhor tempo com o menor custo. Na figura 4, observa-se as variáveis custo e equipamentos em relação a produção.

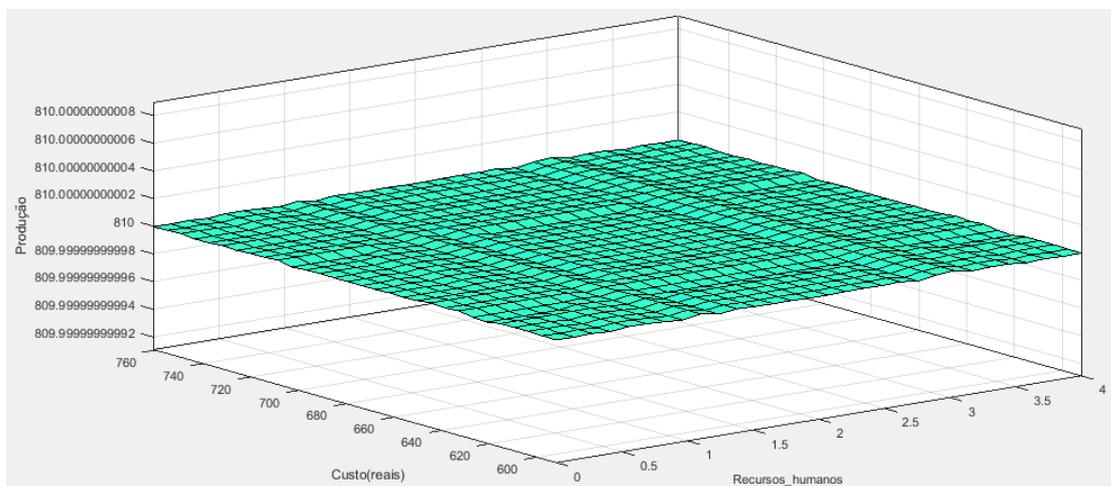
Figura 4 – Custo X Equipamentos



Fonte: autores.

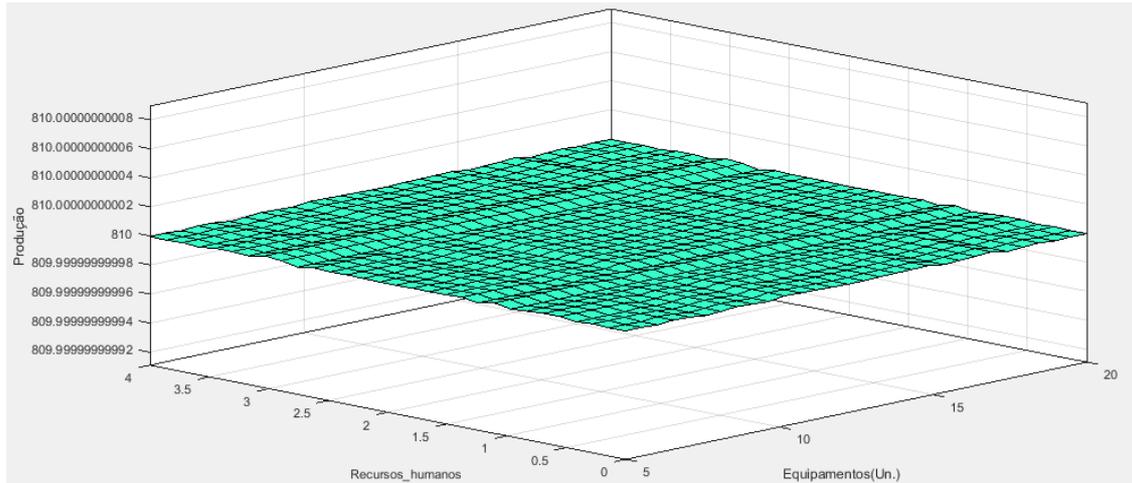
No que tange a figura 4, nota-se que o gestor poderá perceber o número correto de máquinas a utilizar, para assim reduzir seus custos. Também, se observa o comportamento da produção em relação as variáveis custo e Recursos humanos.

Figura 5 – Custo X Recursos humanos



A Figura 6, mostra a relação da produção com o recursos humanos e equipamentos.

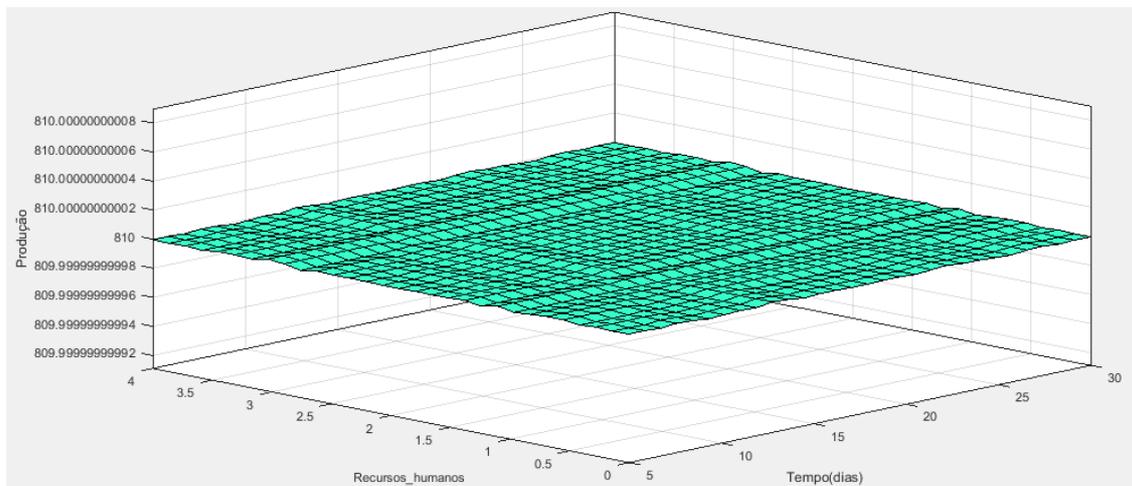
Figura 6 – Recursos humanos X Equipamentos



Fonte: autores.

No que se refere a variável recursos humanos relacionada a equipamentos, o gestor analisando a figura 6 poderá tomar decisões, quanto a quantidade de pessoal a ser utilizado para não haver pessoal ocioso, o aproveitamento de horas ociosas gera maior produtividade. A Figura 7 evidencia o comportamento da produção em relação ao recursos humanos e tempo.

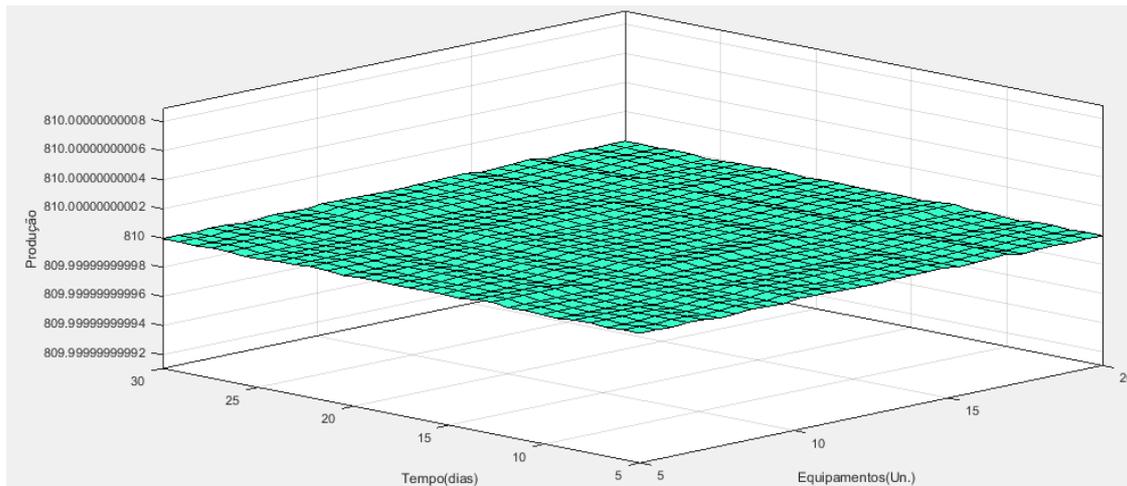
Figura 7 – Recursos humanos X Tempo



Fonte: autores.

A figura 7, evidencia o tempo em relação aos recursos humanos, denotando assim qual os melhores valores para que a produção seja melhorada, auxiliando o gestor a verificar o tempo a ser gasto e o número de colaboradores necessários para melhorar a produtividade. Na Figura 8, pode-se ver o comportamento obtido na produção, quando comparada aos tempo e equipamentos.

Figura 8 – Tempo X Equipamentos



Fonte: autores.

Estes resultados auxiliam os gestores na tomada de decisão, para a melhoria da produção dos blocos de concretos a partir da ADF. Segundo as simulações efetuadas, evidenciou-se que, para se chegar a uma otimização na produção, deve-se trabalhar com um custo de R\$ 67.700,00, otimizando seu tempo de produção para aproximadamente 18 dias, onde anteriormente era de 30 dias, ainda utilizando cerca de 65% dos seus equipamentos e cerca de 2 de seus funcionários. Diante a esses dados, pode-se evidenciar que, caso a empresa venha adotá-los, passará a utilizar 90% da capacidade produtiva, sendo que os dados anteriores mostravam a utilização de 80% da mesma.

#### 4. CONCLUSÃO

A utilização da teoria dos conjuntos *Fuzzy*, é de suma importância para a continuidade dos estudos desta natureza. O objetivo do presente trabalho era melhorar a capacidade produtiva dos blocos de concreto a partir da areia de fundição utilizando a Lógica *Fuzzy*, evidenciando aos gestores, uma possível alternativa na hora de tomar as decisões para o futuro de seu empreendimento, concluindo com isso que o mesmo foi alcançado. Pode-se observar que a empresa tem um grande potencial de mercado, pois é pioneira em sua região a utilizar a areia de fundição na fabricação de blocos, denotando assim uma visão voltada a sustentabilidade e reutilização de materiais que são nocivos ao meio ambiente, evidenciando uma alternativa para a destinação dos resíduos gerados pelas empresas metalmeccânicas.

Porém, vale salientar que o estudo, trata-se de uma proposta simulada, onde devido a diversos fatores tanto internos como externos podem levar a mudança nos resultados. Porém, é notável que metodologia dos conjuntos *Fuzzy* é uma forte apoiadora no que tange a tomada de decisão, sendo que ela vem de encontro a solução dos critérios subjetivos e intuitivos muito utilizado por especialistas (HISRICH; JANKOWICZ, 1990; MITCHELL et al., 2005).

Desse modo a empresa em estudo tem muito a ganhar, pois com as informações evidenciadas, auxiliaram a tomar decisões cada vez mais assertivas, de modo que venham expandir, utilizando seus recursos de maneira correta evitando desperdícios e tempo ocioso, sendo esse um dos maiores problemas encontrados na empresa, porém a empresa encontra-se aberta a sugestões denotando com isso um sinal de que a mesma irá cada vez mais se desenvolver alcançando seus objetivos.

#### 5. LIMITAÇÕES

Como limitação encontrada na pesquisa, vale salientar que se deu em questão do tempo de realizar as entrevistas, onde os gestores muitas vezes estavam ocupados efetuando seu trabalho na administração da empresa, não podendo receber os pesquisadores.

## 6. SUGESTÃO DE ESTUDOS FUTUROS

A partir do exposto, como sugestão para estudos futuros, indica-se um estudo utilizando o método *Fuzzy Topsis*, para analisar os setores da empresa quanto ao sistema produtivo, definindo uma hierarquia de atuação, solucionando assim os possíveis problemas existentes fazendo com que a empresa, melhore cada vez mais, alicerçando-se no mercado em que atua.

## REFERÊNCIAS

ABAR, Celina. “O Conceito Fuzzy”. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.pucsp.br/~logica/Fuzzy.htm>. Acessado em 17/06/2017 às 12h15m.

BATISTA, D. A. **O Uso da Abordagem Fuzzy para a Integração das Ferramentas QFD e SERVQUAL em Serviços de Saúde**. 2013. 115 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2013.

BENTES, A. V. et al. Multidimensional assessment of organizational performance: Integrating BSC and AHP. **Journal of business research**, v. 65, n. 12, p. 1790-1799, 2012.

COSTA, R. P.; ABRAMCZUK, A. A.; MARTINEZ, L. C. Jr. A lógica *Fuzzy* e a análise de Alternativas de investimento. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas – GEPROS**, Vol. 3, mai.-jun., Ano 2, p. 73-84, 2007.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em Administração: um guia prático para alunos da graduação**. 2 Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FEIGENBAM, A. V. (1999) Controle da qualidade total: Gestão e sistemas V. I Tradução: Regina Claudia Loverri. Makron Books do Brasil. Ed. Ltda. São Paulo. 205 p.

FERNANDES, D. L. **Areias de fundição aglomeradas com ligantes fenólicosuretânicos-Caixa fria**. 1. ed. Itaúna: SENAI-DR. MG, 2004. 55 p.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica - Ceará**: Universidade Estadual do Ceará, 2002.

GRZESIK, N.; GRZESIK, N.. Fuzzy sets in aircraft system efficiency evaluation. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**, v. 88, n. 6, p. 707-716, 2016.

- HISRICH, Robert D.; JANKOWICZ, Andrew D. Intuition in venture capital decisions: An exploratory study using a new technique. **Journal of business venturing**, v. 5, n. 1, p. 49-62, 1990.
- HUANG, S. et al. Integrated index for drought assessment based on variable fuzzy set theory: A case study in the Yellow River basin, China. **Journal of Hydrology**, v. 527, p. 608-618, 2015.
- LIMA JUNIOR, F. R. **Comparação entre os métodos Fuzzy TOPSIS e Fuzzy AHP no apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores**. 2013. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2013.
- MARRO, A. A. et al. O. “Lógica Fuzzy: conceitos e aplicações”. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) Natal – RN – Brasil, 2010.
- MITCHELL, J. Robert; FRIGA, Paul N.; MITCHELL, Ronald K. Untangling the intuition mess: Intuition as a construct in entrepreneurship research. **Entrepreneurship Theory and Practice**, v. 29, n. 6, p. 653-679, 2005.
- MORAES, L. A. **Desenvolvimento de uma abordagem fuzzy para estimação de demanda de potência em um sistema de distribuição de energia elétrica**. 2014. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2014,
- PARAKANDI, M.; BEHERY, M. Sustainable human resources: Examining the status of organizational work–life balance practices in the United Arab Emirates. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 55, p. 1370-1379, 2016.
- RUIZ, J. A. **Metodologia Científica: Guia para eficiência nos estudos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- SUNDTTOFT HALD, K.; MOURITSEN, J. Enterprise resource planning, operations and management: Enabling and constraining ERP and the role of the production and operations manager. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 8, p. 1075-1104, 2013.
- YAMAKAWA, E. K.; MIGUEL, P. A. C.; AOKI, A. R. Aplicação de *Fuzzy quality function deployment* para seleção de indicadores de eficiência energética para utilização em um software de gestão de energia. **Science & Engineering Journal**. v. 23, n. 2, p.21-31, 2014.
- WANG, W.; CONLEY, J. G.; STOLL, HENRY W. Rapid tooling for sand casting using laminated object manufacturing process. **Rapid Prototyping Journal**, v. 5, n. 3, p. 134-141, 1999.
- ZHAN, B. J.; POON, C. S. Study on feasibility of reutilizing textile effluent sludge for producing concrete blocks. **Journal of Cleaner Production**, v. 101, p. 174-179, 2015.