UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA
Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

CRISTHIAN ARAUJO RODRIGUES

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM AÇOUGUE VAREJISTA NO MUNICÍPIO DE BASTOS-SP

TUPÃ - SP
2021

CRISTHIAN ARAUJO RODRIGUES

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM AÇOUGUE VAREJISTA NO MUNICÍPIO DE BASTOS-SP

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e meio ambiente

Orientador: Profa. Dra. Sandra Cristina de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Luís Roberto Almeida Gabriel Filho; Profa. Dra Maria Cristina Rodrigues Halmeman

TUPÃ – SP
2021

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação da FCE – Unesp, Câmpus Tupã:

R618a	Rodrigues, Cristhian Araujo. Análise de eficiência energética de um açougue varejista no municipio de Bastos-SP / Cristhian Araujo Rodrigues. . – Tupã: [s.n.], 2021. 106 f. : il. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Universidade Estadual Paulista UNESP – Faculdade de Ciências e Engenharia, 2021. Orientadora: Sandra Cristina de Oliveira Coorientador: Luís Roberto Almeida Gabriel Filho Coorientadora: Maria Cristina Rodrigues Halmeman 1. RTQ-C. 2. Lógica fuzzy. 3. Agronegócio. 4. Ambiente construído. 5. PROCEL I.Título. II. Autor.

Fonte: Eliana Kátia Pupim, bibliotecária CRB 8 – 6202.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Tupã

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM AÇOUGUE VAREJISTA NO MUNICÍPIO DE BASTOS-SP

AUTOR: CRISTHIAN ARAUJO RODRIGUES
ORIENTADORA: SANDRA CRISTINA DE OLIVEIRA
COORIENTADOR: LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO
COORIENTADORA: MARIA CRISTINA RODRIGUES HALMEMAN

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONEGÓCIO E DESENVOLVIMENTO, pela Comissão Examinadora:

Prof.ª Dr.ª SANDRA CRISTINA DE OLIVEIRA (Participaçao Virtual)
Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia / Faculdade de Ciências e Engenharia - UNESP - Tupã

Prof. Dr. MARIO MOLLO NETO (Participaçao Virtual)
Departamento de Engenharia de Biossistemas / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP

Prof. Dr. FERNANDO DE LIMA CANEPPELE (Participaçao Virtual)
Engenharia de Biossistemas / Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - FZEA - USP - Pirassununga/SP

Tupã, 24 de junho de 2021

Dedico aos meus pais, Marta e Durval, e minha irmã Danielle que me apoiaram durante toda atrajetória que levou a tão sonhada conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus minha vida e a oportunidade de concretizar esse objetivo

Agradeço muito a meus pais, irmã e família que me apoiaram nessa jornada, principalmente nos momentos difíceis

Agradeço aos Professores Sandra Cristina de Oliveira, Luís Roberto Almeida Gabriel Filho e Maria Cristina Halmeman por sua dedicação e empenho durante o desenvolvimento deste trabalho.

A UNESP Campus de Tupã por propiciar o ambiente necessário para minha aprendizagem e consequentemente por meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos Docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento pelo compartilhamento de seus conhecimentos profissionais.

E aos colegas de turma, em especial, Evelin Rombi, Marcos Mateus da Silva, Janaina Kawata e Karen Andrade, pelo apoio no dia a dia acadêmico e pessoal, que foram essenciais para concretização desse trabalho.

Também deixo meus agradecimentos a Capes pelo financiamento da pesquisa através de bolsa durante o primeiro ano do mestrado.

“Ninguém é tão grande que não possa aprender, nem tão pequeno que não possa ensinar.”

(Esopo)

RODRIGUES, CRISTHIAN ARAUJO. **Análise de eficiência energética de um açougue varejista no municipio de Bastos-SP**.2021. 106p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Tupã, 2021

RESUMO

O consumo de energia elétrica vem aumentando no Brasil e no mundo, com isso, se torna necessário investir mais na oferta de energia. Porém, grande parte das fontes de energia utilizadas atualmente, mesmo as consideradas renováveis, por muitas vezes não são consideradas sustentáveis, pois sua estruturação acaba por causar danos socioambientais. Sendo o agronegócio um setor que tem a energia elétrica como insumo e produto, é de vital importância que se use a energia de forma eficiente. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo analisar a eficiência energética de uma empresa do setor do agronegócio utilizando o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C) desenvolvido pela PROCEL, assim, especificamente, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre eficiência energética em ambiente construído no agronegócio, usando a metodologia de revisão bibliográfica sistemática. Em seguida, forãm calculadas a eficiência energética de envoltória, iluminação e condicionamento de ar, para então obter a eficiência geral de um açougue localizado no município de Bastos-SP. Para aprimoramento desta avaliação, foi aplicada lógica *fuzzy* para criar novos subníveis de classificação da eficiência, tendo uma avaliação mais precisa. Os resultados mostraram que a empresa possui classificação B no indice de eficiência geral, já com lógica *fuzzy* foi constatado o nível B2. Dessa forma, o estabelecimento possui grandes possibilidades de melhoria, porém deve-se ficar atento, pois com esse indice também há grandes chances de se perder níveis de eficiência. Assim, essa pesquisa mostrou que a modelagem *fuzzy* é viável e abarcante em questões de eficiência energética, podendo ser utilizada ou expandida a outros ambientes e pesquisas com características similares, uma vez que o RTQ-C contempla diversos tipos de ambientes construídos. Além disso, a metodologia proposta tem potencial para auxiliar gestores de empresas públicas e privadas a avaliarem, gerirem e tomarem decisões mais precisas quanto a eficiência energética.

Palavras-chave: RTQ-C. Lógica fuzzy. Agronegócio. Ambiente construído. PROCEL

RODRIGUES, CRISTHIAN ARAUJO. **Energy efficiency analysis of a retail butcher shop in the city of Bastos-SP** .2021. 106p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – São Paulo State University (UNESP), School of Sciences and Engineering. Tupã, 2021.

ABSTRACT

The consumption of electric energy has been increasing in Brazil and in the world, with this, it becomes necessary to invest more in the energy supply. However, a large part of the energy sources currently used, even those considered renewable, are often not considered sustainable, as their structure ends up causing social and environmental damage. As agribusiness is a sector that uses electricity as an supply and product, it is very important to use energy efficiently. In this sense, this work aims to analyze the energy efficiency of a company in the agribusiness sector using the Technical Quality Regulation for the Energy Efficiency Level in Commercial, Services and Public Buildings (RTQ-C) developed by PROCEL. For this, was made a bibliographic survey on energy efficiency in a building in agribusiness was carried out, using the methodology of systematic bibliographic review. Then, the energy efficiency of wrapping, lighting and air conditioning will be calculated, in order to obtain the general efficiency of a butcher shop located in the city of Bastos-SP. To improve this assessment, fuzzy logic was applied to create new sub-levels of efficiency classification, with a more accurate assessment. The results showed that the company has a B rating in the general efficiency index, whereas with fuzzy logic level B2 was found. Thus, the establishment has great possibilities for improvement, but you should be aware that with this index it also has great chances of losing levels of efficiency. Thus, this research showed that fuzzy modeling is viable and comprehensive in terms of energy efficiency, and it can be used or expanded to other cases and research with similar characteristics, since the RTQ-C includes different types of buildings. In addition, the proposed methodology has the potential to help managers of public and private companies to assess, manage and make more accurate decisions regarding energy efficiency.

Keywords: RTQ-C. Fuzzy logic. Agribusiness. Buildings. PROCEL

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Distribuição de artigos encontrados por base de dados. 27
Figura 2-Composição de artigos selecionados na fase de seleção 28
Figura 3-Composição de artigos selecionados na fase de extração 28
Figura 4-Artigos extraídos por critérios de inclusão 32
Figura 5-Artigos extraídos da pesquisa por ano 33
Figura 6-Planta baixa do estabelecimento 45
Figura 7-Mapa de Zonas Bioclimáticas brasileiras 47
Figura 8-Mapa das Zonas bioclimáticas brasileiras 72
Figura 9-FIS para a classificação da eficiência energética (PT-fuzzy) de um ambiente construído 75
Figura 10- Funções de pertinência para os conjuntos fuzzy das variáveis de entrada 78
Figura 11- Funções de pertinência para os conjuntos fuzzy da variável de saída 82
Figura 12- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre a EqNumEnv e EqNumDpi (variáveis de entrada), e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 85
Figura 13- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre a EqNumEnv e EqNumCA variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 85
Figura 14- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumEnv e EqNumV variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 86
Figura 15- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumEnv e AC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 86
Figura 16- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumEnv e APT' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 87
Figura 17- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumEnv e ANC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 87
Figura 18- Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumEnv e b variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 88
Figura 19- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumDpi e EqNumCA variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 88
Figura 20- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumDpi e EqNumV variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 89
Figura 21- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumDpi e AC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 89
Figura 22- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumDpi e APT' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 90
Figura 23- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumDpi e ANC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 90
Figura 24- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumDpi e b variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 91
Figura 25- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumCA e EqNumV variáveis

de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 91
Figura 26- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumCA e AC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 92
Figura 27- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumCA e APT' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 92
Figura 28- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumCA e ANC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 93
Figura 29- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumCA e b variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 93
Figura 30- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumV e AC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 94
Figura 31- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumV e APT' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 94
Figura 32- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumV e ANC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 95
Figura 33- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre EqNumV e b variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 95
Figura 34- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre AC' e APT' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 96
Figura 35- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre a AC' e ANC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 96
Figura 36- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre AC' e b variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 97
Figura 37- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre APT' e ANC' variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 97
Figura 38- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre APT' e b variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 98
Figura 39- a) Superfície 3D Fuzzy do relacionamento entre ANC' e b variáveis de entrada, e a variável de saída (PT-Fuzzy); b) Mapa da superfície PT-fuzzy de relacionamento das variáveis de entrada 98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Buscas nas bases de dados feitas através de *strings* 26
Quadro 2-Artigos extraídos da revisão sistemática. 30
Quadro 3- Mudança de nomes em alguns ambientes do açougue..... 46
Quadro 4-Classificação de eficiência de envoltória 49
Quadro 5-Parâmetros para cálculo do ICMax e ICMin 49
Quadro 6- Características térmicas da edificação 52
Quadro 7-Área de envoltória e aberturas 53
Quadro 8-Varíaveis para cálculo de eficiência envoltória 53
Quadro 9- Índices de ICMax e ICmin calculados..... 55
Quadro 10- Limites para classificação de eficiência de envoltória..... 55
Quadro 11-Potência limite por ambiente 56
Quadro 12-Classificação de eficiência de cada ambiente 57
Quadro 13- Potência limite por ambiente 57
Quadro 14-Dados dos forçadores 59
Quadro 15-Dados do condicionador de ar não avaliado pelo INMETRO..... 59
Quadro 16- Aparelhos de condicionamento de ar do estabelecimento..... 60
Quadro 17- Média ponderada de eficiência dos aparelhos..... 60
Quadro 18-Classificação de eficiência 60
Quadro 19-Varíaveis para cálculo geral de eficiência..... 62
Quadro 20-Classificação de índice de eficiência geral 63
Quadro 21- Classificação da eficiência energética do RTQ-C de acordo com o PT 74
Quadro 22- Modelagem *fuzzy* para a classificação da eficiência energética de um ambiente construído..... 76
Quadro 23- Funções de pertinência para as variáveis de entrada do FIS 76
Quadro 24- Funções de pertinência para a variável de saída do FIS 81
Quadro 25- Base de regras do sistema fuzzy 82
Quadro 26-Resultados de eficiência energética do edifício comercial a partir do RTQ-C.... 99

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AC: Área útil dos ambientes condicionados;

AC': Razão da área útil dos ambientes condicionados pela área útil total

Aenv: Área de envoltória

AHS: Ângulo horizontal de sombreamento

ANC: Área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada,

ANC': Razão da área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada pela área útil total

Apcob: Área de projeção da cobertura

APT: Área útil dos ambientes de permanência transitória

APT': Razão da área útil dos ambientes de permanência transitória pela área útil total

Atot: Área total

AU: Área útil

AVS: Ângulo vertical de sombreamento;

b: Pontuação obtida pelas bonificações

COP: *Coefficient of performance*

Dpil: Densidade de Potência de Iluminação Limite

EqNumCA: Equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumDPI: Equivalente numérico do sistema de iluminação

EqNumEnv: Equivalente numérico da envoltória;

EqNumV: Equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente

FA: Fator altura (Area de projeção da cobertura: Apcob/Área total: Atot);

FF: Fator forma (Área de envoltória: Aenv/Volume total: Vtot);

FIS: Sistema de inferência fuzzy

FS: Fator solar;

ICenv: Indicador de consumo de envoltória

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

ODS: Objetivos Desenvolvimento Sustentável

ONU: Organização das Nações Unidas

PAFT: Percentual de abertura na fachada total: média do percentual de aberturas existentes;

PT: Pontuação de eficiência energética

PT-fuzzy: Índice de eficiência energética *fuzzy*

RBS: Revisão bibliográfica sistemática

RTQ-C : Regulamento Técnico da Qualidade para o. Nível de Eficiência Energética de Edificações

SCOP: *Seasonal coefficient of performance*

Vtot: Volume total

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO 16

REFERÊNCIAS 20

CAPÍTULO 1: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM AMBIENTES CONSTRUIDOS NO AGRONEGÓCIO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA 22

1. INTRODUÇÃO 23

2. METODOLOGIA 25

2.1. Etapa 1: Entrada 25

2.2. Etapa 2: Processamento de dados 27

2.3. Etapa 3: Saída 29

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES 32

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 36

REFERÊNCIAS 38

CAPÍTULO 2: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE AMBIENTE CONSTRUIDO EM UM AÇOUGUE VAREJISTA DO MUNICÍPIO DE BASTOS-SP 41

1. INTRODUÇÃO 42

2. MATERIAIS E METODOS 44

2.1. Material 44

2.2. Método 46

2.2.1. Eficiência energética de envoltória 47

2.2.2. Eficiência energética de iluminação 49

2.2.3. Eficiência energética de condicionamento de ar 50

2.2.4. Eficiência energética geral 51

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES 52

3.1. Eficiência energética de envoltória 52

3.2. Eficiência energética de iluminação 55

3.3. Eficiência energética de condicionamento de ar 58

3.4. Equivalente numérico de ambientes não condicionados e bonificações 61

3.5. Índice de eficiência geral 62

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 63

REFERÊNCIAS 64

CAPÍTULO 3: APLICAÇÃO DE LÓGICA FUZZY NA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM AMBIENTE CONSTRUIDO NO BRASIL ... 67

1. INTRODUÇÃO 68

2. MATERIAIS E MÉTODOS 71

2.1. Classificação da eficiência energética de um ambiente construído a partir do RTQ-C 71

2.2. Sistema de inferência fuzzy 74

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 84

3.1. Classificação geral da eficiência energética de um ambiente construído usando FIS 84

3.2. Classificação da eficiência energética da empresa do setor varejista de carnes (estudo de caso) usando o RTQ-C e o FIS 99

4. CONCLUSÕES 100

REFERÊNCIAS 101

CONCLUSÃO DA DISSERTAÇÃO 105

INTRODUÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

Sabe-se que o crescimento populacional vem aumentando mais conforme os anos passam e, isso, por si só, já aumentaria o consumo energético. Porém, como o consumo *per capita* de energia também vem aumentando, por conta das pessoas procurarem cada vez mais conforto, isso faz com que o aumento na demanda desse precioso bem não pare de aumentar, e se torna preocupante, uma vez que a oferta de energia elétrica não parece acompanhar esse aumento de demanda (IWARO, MWASHA, 2010).

Assim, corre-se o risco da demanda de energia superar sua oferta, gerando assim uma excasses do recurso. (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE, 2015),

Cerca de 70% de toda a demanda de energia elétrica gerada nos país é suprida pelas hidrelétricas, seguido pela biomassa com 8,5% e pela energia eólica 7,6 %. Em 2018 os maiores consumidores de energia elétrica foram às indústrias com 27%, as residências com 18%, o setor comercial com 12,28%, o setor público com 5,97%, o próprio setor energético com 4,25% e o agronegócio com 4,04%, ficando à frente de setores como metalurgia, química, alimentos e papel e celulose, o que é compreensível, uma vez que em 2017 foi apontado que 83% dos estabelecimentos agropecuários utilizaram energia elétrica (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA,IBGE, 2017; EPE, 2019).

Mesmo as hidrelétricas, que ainda por muitas vezes sejam associadas à energia limpa, por ser uma fonte de energia considerada renovável, seu impacto ambiental não deve ser ignorado, uma vez que para sua construção é necessária uma grande degradação da fauna e da flora do local, sem contar que pode muitas vezes também afetar a população que vive na região, assim como outras fontes geradoras de energia (SILVEIRA, 2018).

Contudo, diante da demanda por energia elétrica, deve-se utilizar recursos de maneira sustentável, bem como utilizar a energia elétrica de forma eficiente. Assim, uma forma de se obter isso é utilizando a eficiência energética para que se possa utilizar a energia de uma forma melhor, através de substituição de equipamentos, controle de gastos energético, consumo conciente, entre outros fatores. De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Conservação de Energia (ABESCO,

2019), pode-se definir eficiência energética como “o uso de modo eficiente da energia para se obter um determinado resultado. A eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização”.

Ou seja, existe uma diferença entre a quantidade de energia que determinada atividade precisa para ser realizada e o quanto é utilizado de fato, sem que isso comprometa a realização da mesma nem cause danos à saúde e à sociedade. Portanto, quanto menor for essa diferença, mais eficiente é determinada atividade (CARLO, 2008).

A eficiência energética pode trazer uma série de benefícios para quem a utiliza e para a sociedade como um todo, seja em caráter econômico, pois gera economia de dinheiro por possibilitar um gasto menor de energia, ou em caráter social, já que por um ser um recurso geral, sua maior disponibilidade pode beneficiar as pessoas, ou ainda em caráter ambiental, pois para geração de energia elétrica grande parte depende de recursos naturais como a água, ou de combustíveis fósseis que contaminam o meio ambiente,porém existem alternativas para isso, como energia éolica, solar, biomassa, porém, seu uso ainda precisa ser expandido. Como boa parte das atividades realizadas no dia a dia dependem desse fator, a sua utilização mais eficiente é de vital importância (CARLO, 2008).

Assim, a eficiência energética em ambientes construídos vem ganhando mais espaço, tornando-se cada vez mais importante, fazendo com que muitas construções sejam feitas desde o princípio já pensando em atender a essa demanda (CEBALLOS-FUENTEALBA et al., 2019).

Uma das formas de se avaliar a eficiência energética é por meio do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços Públicos, desenvolvido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (RTQ-C), versão 2017. Ele permite avaliar a eficiência energética de ambientes construídos por meio da análise de envoltória, condicionamento de ar e iluminação, sendo aplicados a diversos tipos de edificações (WONG; KRÜGER, 2017).

Esse regulamento foi criado em 2009, como parte da regularização do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e, desde 2014, se tornou obrigatório para todas as novas construções do serviço público. Para realização da avaliação do nível de eficiência, ele se apoia em equações de regressão

que foram desenvolvidas usando análise estatística. Inicialmente, era extremamente criticado por não considerar variáveis importantes, porém, o método vem se aprimorando e sua última atualização lançada em 2017 é considerada bastante consistente (GARCIA; SOUZA, 2017).

Contudo, este regulamento abrange somente cinco níveis (A, B, C, D ou E), sendo que o nível A não possui limite superior e o nível E não possui limite inferior. Desse modo, a lógica *fuzzy* pode contribuir para a avaliação de eficiência energética através do Regulamento Técnico da Qualidade para o. Nível de Eficiência Energética de Edificaçõe Comerciais (RTQ-C), Versão 4 de Abril de 2017 possibilitando assim geração de subníveis de eficiência.

A modelagem por meio da programação *fuzzy* permite fazer cálculos considerando que os valores não são valores estritamente exatos. Diferente de outras produções como carnes, grãos e alimentos, que são tangíveis e facilmente mensuráveis, a energia é intangível, o que dificulta sua mensuração exata. Portanto, este tipo de modelagem se adéqua bem para este tipo de pesquisa.

A lógica *fuzzy* é uma ferramenta que permite a utilização destas variabilidades, isto é, a incorporação de incertezas contidas nos termos independentes das restrições e coeficientes, dando mais opção para o agente de decisão. A solução ótima proveniente desses modelos dos parâmetros de entrada, sendo que alguns dados podem apresentar uma imprecisão e, consequentemente, uma maior variabilidade, como, por exemplo, a receita líquida e as quantidades de terra, água e capital utilizados no cultivo de determinadas culturas. Os problemas de programação linear são amplamente utilizados por serem mais fáceis na interpretação de resultados. Em contrapartida, para que se apresente algo próximo da realidade, é necessária muita precisão na escolha e seleção dos dados (GANDOLPHO,2003).

Zadeh (1999) complementa esta ideia dizendo de uma forma mais simples que um conjunto *fuzzy* é um conjunto de números em que não há um limite exato para que os números pertençam ou não ao conjunto.

Desse modo, justifica-se essa pesquisa pelo fato de que consumo de energia elétrica vem aumentando rapidamente, correndo o risco da geração de energia elétirca não dar conta da demanda.

Sendo o agronegócio um usuário e gerador de energia – através do reaproveitamento de biomassa – ter eficiência energética no setor se torna de extrema importância, tanto para a sociedade que consome os produtos e sofre as

consequências socioambientais, quanto para a empresa que pode ganhar economia e não prejudicar o meio ambiente que pode afetar a própria produção em longo prazo.

Nesse sentido, se busca descobrir qual a classificação de eficiência energética de uma empresa do setor do agronegócio (açougue varejista) localizada no município de Bastos-SP, através da aplicação de lógica fuzzy no metodo de avaliação de eficiêcia já existente do RTQ-C

Para isso, foi utilizado o método Mamdani, gerando assim uma nova base de regras para classificação de eficiência, basesada na já existente no RTQ-C

As hipóteses possíveis são que o nível eficiência energética da empresa estudada seja bom, mediano ou ruim. Mas, com a aplicação de lógica *fuzzy*,é possível avaliá-la com uma quantidade de níveis maior.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa é analisar a eficiência energética de uma empresa do setor do agronegócio. Especificamente, pretende-se:

- Realizar um levantamento bibliográfico sobre eficiência energética em ambiente construído no agronegócio;
- Avaliar a classificação e eficiência energética de envoltória, de iluminação e de condicionamento de ar por meio do manual RTQ-C;
- Aplicar lógica *fuzzy* nas análises para maior aprofundamento da avaliação, para a proposição de possíveis melhorias para aprimorar a classificação de eficiência energética.

Essa pesquisa se relaciona aos objetivos 7 - Energia Limpa e Acessível, 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis e 12 - Consumo e Produção Responsáveis, dos Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS, 2021), que propõe uma série de ações, para que consiga diversas metas para que os países possam crescer, mas tendo em vista também valores sociambientais até 2030.

É importante ressaltar que essa dissertação foi dividida em três artigos distintos.

Cada um deles terá ênfase em atender aos objetivos específicos estabelecidos na dissertação e, consequentemente, ao objetivo geral. Assim, o capítulo 1 está focado no primeiro objetivo específico e tem o título “Eficiência energética em ambientes construidos no agronegócio: uma revisão bibliográfica sistemática”; o capítulo 2 tem o título “Eficiência energética de ambiente construido em um açougue varejista do município de Bastos-sp” e irá atender o segundo objetivo;

por fim, o terceiro capítulo que está consequentemente ligado ao terceiro objetivo é denominado “Aplicação de lógica fuzzy na avaliação da eficiência energética em ambiente construido no Brasil”.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA – ABESCO. S.I.:s.n, 2019 **O que é eficiência energética**. Disponível em: http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/ . Acesso em: 30 ago. 2019.

CARLO, J. C**. Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-residenciais**. Florianópolis, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CEBALLOS-FUENTEALBA, I.; ÁLVAREZ-MIRANDA, E.; TORRES-FUCHSLOCHER, C.; CAMPO-HITSCHFELD, M. L.; DÍAZ-GUERRERO, J.. A simulation and optimisation methodology for choosing energy efficiency measures in non-residential buildings. **Applied Energy**, [S.L.], v. 256, p. 113953, dez. 2019. Elsevier BV.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Plano Nacional de Energia 2030 (PNE2030).** Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2015.
Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>. Acesso em 29 ago. 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço energético nacional 2018.** S.I.:s.n, 2019 Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>. Acesso em 09. Ago 2019.

GANDOLPHO A. A . Metodologia de resolução de problemas de programação linear fuzzy. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 35, 2003, Natal. **Anais...** nov. 2003.

GARCIA, M. S.; SOUZA, R. V. G. Reflections About the Use of the Tool S3E for the Evaluation of Energy Efficiency Level in Commercial Buildings in Brazil. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 111, p.131-140, mar. 2017.

IWARO, J; MWASHA, A. A review of building energy regulation and policy for energy conservation in developing countries. **Energy Policy**, Trindad, v. 38 p 7744-7755, set 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATISTICA. **Censo Agropecuário 2017**: Tabela 6651 - Número de estabelecimentos agropecuários por associação, uso de energia elétrica, orientação técnica e obtenção de informação - resultados preliminares 2017 – Rio de Janeiro. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6651#notas-tabela>. Acesso em 01 nov 2019.

OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL- ODS. Disponível em: https://odsbrasil.gov.br Acesso em: 10 jan. 2021

SILVEIRA, P. G.. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e iversificação da matriz energética brasileira. **Opinión Jurídica**, Medelin, v. 17, n. 33, p.123-148, 2018.

WONG, I. L.; KRÜGER, E.. Comparing energy efficiency labelling systems in the EU and Brazil: Implications, challenges, barriers and opportunities. **Energy Policy**, [s.l.], v. 109, p.310-323, out. 2017.

ZADEH, L.a. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. Fuzzy Sets and Systems, [s.l.], v. 100, p.9-34, jan. 1999.

RESSALVA Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 24/06/2023.

energética. Por outro lado, se o mesmo índice estiver no nível mínimo (degradação adicional dos aparelhos de ar-condicionado existentes), a empresa passará para o nível C1.

A melhoria da eficiência do ar-condicionado também pode refletir um aumento no EqNumV e consequentemente da eficiência *fuzzy*. Além disso, se a melhoria da eficiência do ar-condicionado for feita em conjunto com o aumento da área útil de ambientes não condicionados de permanência prolongada, poderia ter um impacto positivo e significativo na eficiência energética da empresa, conforme indicado na Figura 28.

Algumas medidas para aumentar o índice de eficiência energética de condicionamento de ar em ambientes construídos são sugeridas na literatura, tais como, melhoria das condições de construção existentes (substituição de janelas e vedação com ventilação adequada), microgeração por meio de fontes de energia renováveis, instalação de sistemas de ar-condicionado de expansão direta acionados por frequência variável, dentre outras. A seleção e operação adequadas para esse fim podem fornecer economia de energia de até 25%, mantendo uma condição interna aceitável (RUPARATHNA, HEWAGE E SADIK, 2016).

Aliado a isso, se a melhoria da eficiência de condicionamento de ar for feita juntamente com o aumento das áreas úteis, pode-se ter um impacto positivo e significativo na eficiência energética geral da empresa.

Também é importante ressaltar, que as bonificações, que envolvem projetos de economia de água, utilização fontes de energia sustentáveis como energia solar, sistemas de cogeração de energia e maior utilização de iluminação natural, podem trazer um impacto positivo no índice de eficiência energética, ainda que possam ter um custo de implantação elevado, mas que pode ser considerado um investimento se levar em conta a economia de gastos com energia elétrica a longo prazo.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs um modelo baseado na lógica *fuzzy* para a avaliação da eficiência energética de ambientes construídos a partir dos parâmetros do RTQ-C do PROCEL (2017), uma vez que este compreende apenas cinco níveis e não considera as incertezas associadas aos parâmetros de análise. Para ampliar essa

avaliação, utilizou-se a lógica fuzzy que possibilitou a determinação de subníveis que trouxeram mais abrangência para a classificação.

Um estudo de caso em uma empresa do setor varejista foi usado para mostrar a aplicabilidade e a funcionalidade da modelagem matemática proposta, que forneceu uma perspectiva mais realista sobre o desempenho energético do ambiente considerado.

Os resultados mostraram que a modelagem fuzzy é viável e mais abarcante, podendo ser utilizada ou expandida a outros ambientes e pesquisas com características similares, uma vez que o RTQ-C contempla diversos tipos de ambientes construídos.

Além disso, a metodologia proposta tem potencial para auxiliar gestores de empresas públicas e privadas a avaliarem, gerirem e tomarem decisões mais precisas quanto a eficiência energética de ambientes construídos sob sua responsabilidade, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Futuramente, pode-se produzir um software ou aplicativo que possa ajudar os proprietários privados e administradores públicos na realização dessa avaliação, uma vez que a base de regras já está desenvolvida, auxiliando assim no dimensionamento e classificação de eficiência energética de forma mais prática e precisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA – ABESCO. **O que é eficiência energética**.2019 Disponível em: http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/ .Acesso em: 30 ago. 2019.

ALASANI , A.; BAKHTIAR, A.; AKBARZADEH, M. H. Energy-efficiency technologies in a building envelope: life cycle e adaptation assessment. **Journal Of Building Engineering**, [S.L.], v. 21, p. 55-63, jan. 2019. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2018.09.014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações -** Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005

CARLO, J. C**. Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-residenciais**. Florianópolis, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CEBALLOS-FUENTEALBA, I.; ALVAREZ-MIRANDA, E; TORRES-FUCHSLOCHER, C.; CAMPO-HITSCHFIELD, M. L.; DÍAZ-GUERRERO, J. A simulation and optimization methodology for choosing energy efficiency measures in non-residential buildings. **Applied Energy,** [s.l.], v.256, p.113953-113962, dez. 2019.

CHUNG, W. Using the fuzzy linear regression method to benchmark the energy efficiency of commercial buildings. **Applied Energy**, [S.L.], v. 95, p. 45-49, jul. 2012. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.01.061.

CREMASCO, C. P.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; CATANEO, A. Metodologia de determinação de funções de pertinência de controla-dores fuzzy para a avaliação energética de empresas de avicultura de postura. **Energia na Agricultura**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 21, 30 mar. 2010. EIA Energy in Agriculture. http://dx.doi.org/10.17224/energagric.2010v25n1p21-39

DIAKAKI, C.; GRIGOROUDIS, E.; KABELIS, N.; KOLOKOTSA, D.; KALAITZAKIS, K.; STAVRAKAKIS, G. A multi-objective decision model for the improvement of energy efficiency in buildings. **Energy**, [S.L.], v. 35, n. 12, p. 5483-5496, dez. 2010. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2010.05.012. Disponível em: Acesso em:

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço energético nacional 2019**. 2020. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>. Acesso em: 21 jan. 2021

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Consumo Nacional De Energia Elétrica Na Rede Por Classe**: **1995 – 2018**. 2019 Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-189/Consumo%20anual%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20por%20classe%20(nacional)%20-%201995-2018%20COLADO.xls Acesso em: 21 jan. 2021

GABRIEL FILHO, L.R.A, CREMASCO, C.P., PUTTI, F.F., CHACUR MGM. Application of fuzzy logic for the evaluation of livestock slaughtering. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 813-825, 2011. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162011000400019.

GABRIEL FILHO, L.R.A., PIGATTO, G.A.S, LOURENZANI, A.E.B.S Fuzzy rule-based system for evaluation of uncertainty transaction in cassava chain. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 350-367, abr. 2015. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v35n2p350-367/2015

GABRIEL FILHO, L.R.A, PUTTI F.F., CREMASCO C.P., BORDIN D., CHACUR MGM, GABRIEL, L.R. Software to assess beef cattle body mass through the fuzzy body mass index. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 179-193, fev. 2016.

FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v36n1p179-193/2016.

GÓES, B.C., GOES, R.J., CREMASCO, C.P., GABRIEL FILHO L.R.A. Fuzzy modeling of vegetable straw cover crop productivity at different nitrogen doses. **Modeling Earth Systems e Environment**, 2021 . DOI: http://doi.org/10.1007/s40808-021-01125-4.

HAQ, M. A. U.; H, Mohammad Y.; ABDULLAH, H.; RAHMAN, H. A.; ABDULLAH, M. P.; HUSSIN, F.; SAID, D. M. A review on lighting control technologies in commercial buildings, their performance and affecting factors. Renewable And Sustainable Energy Reviews, [S.L.], v. 33, p. 268-279, maio 2014. http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.090

HERNÁNDEZ, J. L.; SANZ, R.; CORREDERA, A.; PALOMAR, R.; LACAVE, I.. A Fuzzy-Based Building Energy Management System for Energy Efficiency. **Buildings**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 14, 25 jan. 2018. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/buildings8020014.

KABAK, M; KÖSE, E.; KĐRĐLMAZ, O.; BURMAOğLU, S.. A fuzzy multi-criteria decision making approach to assess building energy performance. **Energy And Buildings**, [S.L.], v. 72, p. 382-389, abr. 2014. http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.12.059.

KILLIAN, M.; KOZEK, M. Implementation of cooperative Fuzzy model predictive control for an energy-efficient office building. **Energy And Buildings**, [S.L.], v. 158, p. 1404-1416, jan. 2018. http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.021.

LIN, Hung-Wen; HONG, Tianzhen. On variations of space-heating energy use in office buildings. **Applied Energy**, [S.L.], v. 111, p. 515-528, nov. 2013. http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.05.040.:

MARQUES, A. C.; FUINHAS, J. A.; TOMÁS, C. Energy efficiency e sustainable growth in industrial sectors in European Union countries: a nonlinear ardl approach. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 239, p. 118045, dez. 2019.

MARTÍNEZ, M.P., CREMASCO, C.P., GABRIEL FILHO, L.R.A, BRAGA JUNIOR, S.S., BEDNASKI, A.V., QUEVEDO-SILVA, F., CORREA, C.M,, SILVA. D., PADGETT, Fuzzy inference system to study the behavior of the green consumer facing the perception of greenwashing. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 242, p. 116064, jan. 2020. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.060.

MARTINOPOULOS, G.; PAPAKOSTAS, K. T.; PAPADOPOULOS, A. M. A comparative review of heating systems in EU countries, based on efficiency e fuel cost. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 90, p. 687-699, jul. 2018.http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.060.

MPELOGIANNI, V.; GROUMPOS, P; P.. Building Energy Management System Modelling via State Fuzzy Cognitive Maps and Learning Algorithms. **Ifac-Papersonline**, [S.L.], v. 52, n. 25, p. 513-518, 2019. http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.596.

MPELOGIANNI, V.; MARNETTA, P.; GROUMPOS, P. P. Fuzzy Cognitive Maps in the Service of Energy Efficiency. Ifac-Papersonline, [S.L.], v. 48, p. 1-6, 2015. http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.12.047.

MULDOON-SMITH, K.; GREENHALGH, P. Suspect foundations: developing an understeing of climate-related streed assets in a global real estate sector. **Energy Research & Social Science**, [S.L.], v. 54, p. 60-67, ago. 2019. Disponível em: Acesso em:

OPOKU, R.; EDWIN, I. A.; AGYARKO, Kofi A.. Energy efficiency and cost saving opportunities in public and commercial buildings in developing countries – The case of air-conditioners in Ghana. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 230, p. 937-944, set. 2019. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.067.

PIEGAT, Andrzej. **Fuzzy Modeling and Control**. Nova Iorque: Springer Science & Business Media, 2001.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA-PROCEL. **Manual para Aplicação do RTQ-C. 2017**.Disponível em <http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/manualv02_1.pdf> Acesso em dia ago. 2019

PUTTI, F.F., GABRIEL FILHO, L.R.A., CREMASCO, C.P., BONINI NETO, A., BONINI, C.S.B., REIS, A.R. A Fuzzy mathematical model to estimate the effects of global warming on the vitality of Laelia purpurata orchids. **Mathematical Biosciences**, [S.L.], v. 288, p. 124-129, jun. 2017. http://dx.doi.org/10.1016/j.mbs.2017.03.005.

PUTTI, F.F., GABRIEL FILHO, L.R.A, SILVA, A.O., LUDWIG, R., CREMASCO, C.P. Fuzzy logic to evaluate vitality of catasetum fimbiratum species (Orchidacea). **Irriga**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 405, 17 out. 2014. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA. http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2014v19n3p405.

PUTTI, F.F., KUMMER, A.C.B., GRASSI FILHO, H., GABRIEL FILHO, L.R.A, CREMASCO, C.P. Fuzzy modeling on wheat productivity under different doses of sludge and sewage effluent. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 37, n. 6, p. 1103-1115, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v37n6p1103-1115/2017.

RUPARATHNA, R.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. Improving the energy efficiency of the existing building stock: a critical review of commercial and institutional buildings. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 53, p. 1032-1045, jan. 2016. http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.084.

SILVEIRA, P. G. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e iversificação da matriz energética brasileira. **Opinión Jurídica**, [S.L.], v. 17, n. 33, p. 123-148, 2018. Universidad de Medellin. http://dx.doi.org/10.22395/ojum.v17n33a5.

VELOSO, A. C. O.; SOUZA, R. V. G.; KOURY, R. N. N. Evaluation of Electric Power Consumption of Non-Residential Buildings in a City of Belo Horizonte - Correlation with Design Decisions in A Study Case of A Hybrid Building. **Energy Procedia**, [S.L.], v. 78, p. 747-752, nov. 2015. http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.086.

VIAIS NETO, D.S., CREMASCO, C.P., BORDIN, D., PUTTI, F.F., SILVA JUNIOR, J.F., GABRIEL FILHO, L.R.A. Fuzzy modeling of the effects of irrigation and water salinity in harvest point of tomato crop. Part i: description of the method. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 39, n. 3, p. 294-304, jun. 2019. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v39n3p294-304/2019.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Informat Control,** p.338-353, 1965.

CONCLUSÃO DA DISSERTAÇÃO

Através dessa pesquisa, entendesse que existem muito espaço e necessidade de realização de estudos de eficiência energética em ambientes construídos, principalmente quando se trata do agronegócio brasileiro.

Apesar da ênfase dessa pesquisa ser a energia elétrica fica claro que esta não é a única que necessita de atenção, outras também precisam de mais estudo como os combustíveis por exemplo.

Também fica evidente, que a eficiência energética é capaz de trazer uma série de benefícios, não só na esfera econômica, mas também na social e ambiental, porém para que isso ocorra é necessário que as pesquisas não fiquem apenas no papel, mas que sejam colocadas em prática.

Assim, ao analisar o açougue varejista, é notável que de acordo com os parâmetros do RTQ-C, o estabelecimento possui uma boa classificação de eficiência energética, com o nível B, o que por outro lado, não descarta a necessidade do mesmo de se aprimorar, principalmente quando se trata de condicionamento de ar, o que juntamente com a eficiência de iluminação é bem mais simples de se aprimorar do que uma eficiência de envoltória.

Além disso, dar atenção as bonificações pode ser um ponto que pode garantir que a empresa consiga um ótimo nível, ainda mais considerando que quando calculado com o auxílio de lógica *fuzzy*, se chega ao B2, que pode se considerar que tem um bom potencial para se tornar um A, mas também de se tornar um C, ou seja, é uma posição boa, com chance de melhoria, porém não confortável.

Futuramente, pretende-se passar os resultados dessa pesquisa ao dono do estabelecimento, para que ele as aplique, caso acredite que seja viável.

Dessa forma, também pode se concluir que a logica fuzzy é capaz sim, de trazer grandes benefícios para questões de eficiência energética em ambientes construídos, não só nos setores do agronegócio, mas em diversos outros setores que envolvem produtos e serviços, uma vez que o RTQ-C, traz uma abrangência bem grande, apesar de precisar de uma ênfase maior em alguns âmbitos.