

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
<http://www.sodebras.com.br>

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

MEMÓRIA ORAL DO CONTESTADO ENTRE ESPÍRITO SANTO E MINAS GERAIS: UM OLHAR SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE BARRA DE SÃO FRANCISCO E MANTENA	
ORAL MEMORY OF THE ANSWER BETWEEN ESPÍRITO SANTO AND MINAS GERAIS: A VIEW ON THE PARTICIPATION OF BARRA OF SAN FRANCISCO AND MANTENA – Tiago Viana Fagundes; Edmar Reis Thiengo	04
A RACIONALIDADE TÉCNICA COMO FORMA DE CONHECIMENTO EM ARISTÓTELES	
TECHNICAL RATIONALITY AS A FORM OF KNOWLEDGE IN ARISTOTLE – José Aparecido Pereira; Reginaldo Aliçandro Bordin	09
RELAÇÕES METABÓLICAS E CONCENTRAÇÃO DE MIOCINAS NA TERAPIA COM LED: ESTUDO EM MÚSCULOS IMOBILIZADOS	
METABOLIC RELATIONS AND CONCENTRATION OF MIOCINES IN LED THERAPY: STUDY IN IMMOBILIZED MUSCLES – Marco Aurélio Serafim Bonvino; Bruno Ferreira Gonçalves E Silva; Alexandre Reis Taveira De Souza; Carlos Alberto Da Silva; Adriana Pertille	15
IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE APERTADEIRAS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: ESTUDO DE CASO	
IMPLEMENTATION OF STATISTICAL CONTROL OF FASTENERS IN AN AUTOMOTIVE INDUSTRY: CASE STUDY – Nilo Antonio De Souza Sampaio; José Glênio Medeiros De Barros; Maria Da Glória Diniz De Almeida; Bernardo Bastos; Antonio Henrique De Araujo Junior; Edson Teixeira De Oliveira; Alexandre Viana Guerra; Paulo Rogério Camargo; Artur Leal Dias Rocha Vieira; Frederico Torres Ramos; João Vitor Bard; Lucas Peruci Corte Real; Matheus Rodrigues Tardin; Vinicius Kirchmair Sichi	22
USO DE AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A PAVIMENTAÇÃO	
USE OF RECYCLED AGGREGATES FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR PAVING – TRANNIN, I. C. B.; PANCIERI, T. A	26
SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE DE ILUMINAÇÃO BASEADO EM SENSORES DE PRESENÇA E BLUETOOTH	
AUTOMATED LIGHTING CONTROL SYSTEM BASED ON PRESENCE SENSORS AND BLUETOOTH – Wyctor Fogos Da Rocha; Mário Mestria	32

Área: Interdisciplinar

9-18	<p>MEMÓRIA ORAL DO CONTESTADO ENTRE ESPÍRITO SANTO E MINAS GERAIS: UM OLHAR SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE BARRA DE SÃO FRANCISCO E MANTENA</p> <p>ORAL MEMORY OF THE ANSWER BETWEEN ESPÍRITO SANTO AND MINAS GERAIS: A VIEW ON THE PARTICIPATION OF BARRA OF SAN FRANCISCO AND MANTENA</p> <p>Tiago Viana Fagundes; Edmar Reis Thiengo</p>
------	--

MEMÓRIA ORAL DO CONTESTADO ENTRE ESPÍRITO SANTO E MINAS GERAIS: UM OLHAR SOBRE A PARTICIPAÇÃO DE BARRA DE SÃO FRANCISCO E MANTENA

ORAL MEMORY OF THE ANSWER BETWEEN ESPÍRITO SANTO AND MINAS GERAIS: A VIEW ON THE PARTICIPATION OF BARRA OF SAN FRANCISCO AND MANTENA

TIAGO VIANA FAGUNDES¹; Dr. EDMAR REIS THIENGO²
1; 2 - FACULDADE VALE DO CRICARÉ- SÃO MATEUS- ES
tiago_vf_pj@hotmail.com

Resumo - Histórias são relatos produzidos pelo homem a partir de seu olhar sobre situações vivenciadas na sociedade, escrevê-las exige um trabalho árduo e contínuo. Nessa perspectiva, compreender a História do Contestado entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais, com ênfase nas cidades de Barra de São Francisco - ES e Mantena- MG. O Contestado foi um período litigioso ocorrido na região norte das divisas entre Espírito Santo e Minas Gerais. Nos anos de 1937 a 1963, os dois Estados contestavam as ricas terras da região alegando erros de divisas territoriais. Diante do impasse, a violência, a desordem e o medo instalou-se região, que acabou ficando sob o controle das jurisdições mineiras e capixabas. Porém, em 1963, um acordo foi selado entre os dois Estados, com definição das divisas.

Palavras-chave: Contestado. Barra de São Francisco. Mantena. História Oral.

Abstract - Stories are reports produced by man from his gaze on situations experienced in society, writing them requires a hard and continuous work. From this perspective, to understand the History of the Contestado between the states of Espírito Santo and Minas Gerais, with emphasis on the cities of Barra de São Francisco - ES and Mantena - MG, the scene of the greatest conflicts of the time. The Contestado was a litigious period occurred in the northern region of the border between Espírito Santo and Minas Gerais. In the years 1937 to 1963, the two states contested the rich lands of the region alleging errors of territorial currency. Faced with impasse, violence, disorder and fear, a region was installed, which ended up under the control of the mining and capixabas jurisdictions. However, in 1963, an agreement was sealed between the two states, with currency definition.

Keywords: Contestado. São Francisco Barra. Mantena. Oral History.

I. INTRODUÇÃO

Uma História Inicial

Em nome de interesses pessoais, muitos abdicam do pensamento crítico, engolem abusos e sorriem para quem desprezam. Abdicar de pensar também é crime (Hannah Arendt)

Após aventuras e conquistas pelos oceanos do mundo, em 1500, o português Pedro Álvares Cabral tomou posse de terras que mais tarde foram chamadas de Brasil. Após transcorrer alguns anos, o estado do Espírito Santo começou a deixar de ser um território isolado e, em 13 de outubro de 1810, ganhou independência administrativa da Bahia (ARENDDT, 1997, p. 24).

Desta forma, o Espírito Santo vai se desenvolvendo e alcançam proporções mais amplas, as densas florestas cedem espaços à agricultura e à pecuária, graças aos novos colonos europeus que chegavam ao sul do Estado. Mais tarde, ocuparam todo o território e avançaram o Espírito Santo para além do litoral, formando as atuais dimensões geográficas.

Séculos depois, com a construção da ponte Florentino Ávida sob o Rio Doce em Colatina começou a exploração das regiões inóspitas do norte do Estado, Colatina, São Mateus, Linhares e Baixo Guandu foram às primeiras cidades a se desenvolver. Todavia, tudo o que estava ligado acima de São Mateus era considerado como "grande São Mateus", portanto, o povoamento começou de forma bem precária nas vastas terras do interior da região norte. Em decorrência disso, a questão litigiosa da zona contestada teve como um dos principais fatores a exploração tardia do Espírito Santo na região norte (VILAÇA, 1997, p. 41).

Enquanto isso, descendo pela Serra dos Aimorés, os mineiros começaram a explorar regiões que, de acordo com a Carta Régia de 1800, estava "sob jurisdição capixaba". Minas Gerais tinha eram pessoas dispostas a explorar além de suas fronteiras, pois os mineiros não enfrentaram os mesmos empecilhos dos capixabas, visto que na época das Capitanias Hereditárias o estado mineiro não existia. Assim sendo, quando os capixabas conseguiram se aproximar na região norte, que já estava ocupada por mineiros, iniciou-se o conflito denominado "Contestado", por meio do quais, ambos os Estados se intitulavam donos das ricas terras do norte do Estado do Espírito Santo (VILAÇA, 1997, p. 41).

Desta forma, o "Contestado", conflito litigioso ocorrido em uma extensa área da região norte do Estado, como foco de maior tensão foi nas cidades de Barra de São Francisco e Mantena despertou atenção e interesse de estudiosos sobre o assunto. Contudo, apesar do aumento do

interesse por essa história, há poucas referências bibliográficas, e o próprio currículo de educação básica do Estado Espírito Santo não menciona diretamente o assunto como parte dos conteúdos programáticos da história capixaba (BAUMAN, 2012, p.78).

Assim, o presente estudo buscou-se resolver essa questão realizando uma busca inicial com o termo “guerra do contestado”. Porém, foram encontradas referências sobre o conflito ocorrido no sul do Brasil, no período entre outubro de 1912 a agosto de 1916, entre os estados do Paraná e Santa Catarina, em que grande número de camponeses enfrentou forças militares federais e estaduais.

O “Contestado” foi um conflito que começou por volta de 1935, quando o Estado de Minas Gerais invadiu as fronteiras capixabas com o objetivo de tomar posse das ricas regiões do norte do Estado, além do desejo de chegar ao mar, visto que Minas Gerais é um estado central. O conflito começou na Serra dos Aimorés e desceu até chegar à região de Barra de São Francisco que, anteriormente, era um distrito da cidade de São Mateus-ES. O avanço dos mineiros pelas fronteiras capixabas aconteceu, principalmente, devido ao pequeno contingente populacional capixaba naquela época. O Estado era pouco desenvolvido e, até 1928, a região norte permanecia coberta por matas e habitada por muitas tribos indígenas. Diante dessa situação, as autoridades capixabas começaram a enviar pessoas para a região que os mineiros estavam invadindo também instalaram instituições, como escolas, cartórios, posto de coleta de impostos, entre outros. De igual forma Minas Gerais, já haviam instalados essas instituições, gerando caos para a população na época, que deveriam decidir se era mineira ou capixaba, mesmo vivendo no mesmo local (GINZBURG, 1989, p. 57).

Em 1943, para conter o avanço de Minas, foi criado o município de Barra de São Francisco, uma vez que Mantena já havia sido ocupada por mineiros. Em Barra de São Francisco, os soldados ficavam de guarda nas fronteiras, porém não houve uma guerra entre os estados. Após muitos anos de disputas e várias tentativas dos governos mineiros e capixabas de chegar a um consenso, em 1963, foi selado um acordo de paz, conhecido como acordo de cavalheiros. Esse acordo definiu os limites da fronteira entre os dois estados provisoriamente, a qual mantém as mesmas divisas até os dias de hoje. Assim, embora o Estado do Espírito Santo tenha perdido várias regiões para os mineiros, o desejo de alcançarem o mar por terras capixabas não se concretizou (GINZBURG, 1989, p. 102).

II. O CONTESTADO NA PRESERVAÇÃO DA IDENTIDADE CULTURAL

Diante dessa pesquisa sobre o Contestado, a visão é contribuir para manter vivo o fato histórico para preencher uma lacuna nos livros didáticos escolares, ou seja, a ausência de tal conteúdo.

[...] as velhas identidades, que por tanto tempo estabilizaram o mundo social, estão em declínio, fazendo surgir novas identidades e fragmentando o indivíduo moderno, até aqui visto como um sujeito unificado. A assim chamada "crise de identidade" é vista como parte de um processo mais amplo de mudança, que está deslocando as

estruturas e processos centrais das sociedades modernas e abalando os quadros de referência que davam aos indivíduos uma ancoragem estável no mundo social (HALL, 2004, p.7).”

As discussões propostas caminham nessa direção e possibilitam conexões importantes nesse sentido. Um trabalho que estabeleça ou possibilite tal diálogo justifica-se por si só.

III. DO PROBLEMA

A história do Contestado encontra-se resumida em poucos livros, entre eles, “Cotaxé”, do jornalista e escritor Adilson Vilaça. É uma história ainda presente na memória do autor que viveu os relatos. As pessoas que viveram aquele período, muitas delas são professores, advogados, jornalistas, comerciantes, religiosos, entre outros. Eles são fontes históricas e seus conhecimentos precisam ser registrados para as futuras gerações. Nesse sentido, esse período vivido por muitos, mas do qual pouco se fala, pode se tornar um documento consistente e servir de fonte para exaltar e valorizar a história do Estado do Espírito Santo.

As entrevistas de Adilson Vilaça para a Revista Século, a história de um povo é ferramenta imprescindíveis a serem analisadas, pois estão embasadas em pesquisas do referido autor e esclarecem fatos sobre o período litigioso na região. Segundo ele:

“Era uma vez o noroeste capixaba, que nem era tão capixaba assim - o Estado de Minas Gerais acalentou, por décadas, o sonho de dividir o Espírito Santo ao meio. Para tanto, avançou as tropas para tomar a faixa de terra que subia da margem esquerda do Rio Doce até a divisa com a Bahia. O turbilhão de disputas no Noroeste, a colonização fora-da-lei (VILAÇA, 2001, p.17).”

O “Contestado” foi um contexto histórico, cultural e político que envolveu as fronteiras dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. De acordo com pesquisadores e alguns moradores da região litigiosa, Minas Gerais tentou invadir as divisas do Espírito Santo com o objetivo de chegar até o mar. Foi um momento de muita tensão, com soldados armados dos dois lados prontos para uma guerra, foi uma época em que o relacionamento entre mineiros e capixabas eram problemáticos.

Muitos fatos do “Contestado” delimitando as cidades de Barra de São Francisco e Mantena estão na memória das pessoas que vivenciaram aquele período tão intenso da história do Estado do Espírito Santo. Se ninguém perguntar, se ninguém falar e se não registrar, muita coisa pode se perder. A palavra história,

[...] deriva do grego *historie*, significa entre procurar saber” (LE GOFF, 1990, p. 11). Por isso, aceitei o desafio de descobrir o que foi o Contestado e qual legado é possível deixar para que outros saibam, afinal, a memória “é um elemento essencial de que se costuma chamar identidade, individual ou coletiva (LE GOFF, 1990, p. 224).”

De maneira específica, registrar a história, é participar da Identidade de um povo que participaram direta do acontecimento “Contestado”. A final, a pesquisa, será disponibilizada para a comunidade em geral, particularmente as escolas da região norte do

Espírito Santo, um rico material para conhecimento, diálogo e discussões. A finalidade é facilitar a inserção do tema em rodas de conversas tanto em escolas como nas residências ou na comunidade em geral, de forma a fortalecer a identidade e a cultura do povo em análise.

IV. AMBIENTES DA PESQUISA

Os ambientes principais da presente pesquisa são as duas cidades envolvidas no conflito do Contestado: Barra de São Francisco, localizada no Estado do Espírito Santo, e Mantena, no Estado de Minas Gerais.

Figura 1- Mapa da Região entre Barra de São Francisco-ES e Mantena-MG



Fonte: Google Maps. Disponível em:

<<https://www.google.com/maps/@-18.7631778,40.9351798,12z?hl=pt-BR>>. Acesso em 25 ago.2018.

Conforme a Figura 1, as cidades são ligadas pela BR 381. A distância entre as cidades é de 13 km, e o tempo de deslocamento de automóvel de uma cidade a outra é de 12 minutos. A retratação do espaço geográfico evidencia uma cordialidade nos dias atuais. O “Contestado” foi uma busca pelo poder e riqueza da sociedade da época. Portanto, descrever essa história faz-se necessário para lembrar o presente de uma época de conquistas e disputas por demarcação de terras.

V. CONCLUSÃO

Escrever sobre a história do Contestado entre Espírito Santo e Minas Gerais é buscar fontes em pessoas que viveram essa época; pois há poucos registros em livros. E carece de fontes confiáveis, boa parte da escrita, encontra-se em acervos particulares e está se perdendo aos poucos, outras se encontram em escassos livros escritos por um limitado número de pesquisadores apaixonados por essa história. Muitas informações do Contestado veem de depoimentos de moradores das cidades que fizeram parte da zona litigiosa que, embora sejam poucos, de forma satisfatória ainda podem contribuir para preservar a identidade construída nessa época. É, portanto, uma pesquisa que deve ser feita e o assunto explorado cada vez mais, pois se trata de um período político e cultural marcante para a população mineira e capixaba.

Com este estudo buscamos resgatar a história do Contestado sob a ótica dos moradores de Barra de São Francisco e Mantena delimitando, assim, o tema, pois a área do Contestado era estimada em 10.137 km², começando pela Serra dos Aimorés e descendo em direção ao mar nas proximidades de São Mateus. Por ser uma área com muitas cidades, o foco da pesquisa foi em Barra de São Francisco e Mantena porque foi o centro das tensões políticas e sociais do período. Uma vez registrada a memória e a identidade do povo francisquense e mantense, elas serão preservadas. Assim, podem ser utilizadas como fontes de pesquisas e conhecimento, tanto para professores, estudantes ou qualquer pessoa interessada em aprender acerca da história de sua cidade

e região. É importante que a história do Contestado continue sendo tema de novas pesquisas para, assim, fortalecer a história regional.

Conforme analisamos no decorrer desta pesquisa, o Contestado marcou uma época, um lugar e um povo de uma região vazia e inóspita, com matas exuberantes, para uma região que, aos poucos, se tornou o maior núcleo populacional do norte do Espírito Santo. Foi palco de conflitos e disputas entre fazendeiros e autoridades políticas e forças policiais, não escapou da rivalidade nem mesmo a religião, a qual acabou se contagiando com o conflito.

Ao analisar e estudar esse período objetivou-se conhecer a história do Contestado, desejando que este trabalho possa de alguma forma, aguçar, a curiosidade dos moradores e dos capixabas a conhecer melhor seu passado. Para isso, seja sob o olhar dos moradores de Barra de São Francisco ou dos moradores de Mantena, pretendeu-se contar essa história para que não seja esquecida, bem como apresentar para as escolas e a população o que foi coletado e construído neste trabalho. O Contestado, com certeza, foi um marco na história do ES e deve ser preservado para as futuras gerações mineiras e capixabas.

O povo de Mantena é um povo orgulhoso a sua história, principalmente, no que se refere a Fernandinho e Frei Inocêncio, homens que foram líderes políticos e religiosos na época. As disputas que ocorreram na zona contestada foram tão críticas que alcançaram também o campo religioso, com os padres se confrontando em nome da defesa de seu Estado, o que deixava a população ainda mais desorientada. Apesar disso, os atritos entre as forças policiais capixabas e mineiras foram amenizados pelo fato de um baiano de nome de Udelino querer implantar uma reforma agrária e criar um novo Estado, intitulado União de Jeovah. Em 15 de setembro de 1953, foi selado o primeiro acordo de paz, que se consolidou de fato após dez anos, em 15 de setembro de 1963, onde foram definidos os limites entre os dois Estados. Esses fatos históricos construídos por nossos antepassados exigem responsabilidade daqueles que vivem hoje para evitar a

perda dessa memória e da identidade cultural do povo francisqueense e mantense.

Ademais, ao analisar todo esse processo histórico fica evidente a riqueza cultural, identitária e histórica das cidades de Barra de São Francisco e Mantena. É importante, assim, trabalhar o assunto nas escolas da região e do Estado para que os jovens possam preservar a memória de nosso povo. Com certeza, a história do Contestado entre Minas Gerais e Espírito Santo ainda tem muito para ser explorada, e este trabalho pode servir como base para compreender melhor alguns aspectos peculiares do Contestado sob a ótica daqueles que estiveram presentes em parte dessa história e também daqueles que ainda guardam parte desse passado. O Contestado foi decisivo para a formação e transformação da sociedade na época e hoje é arte fundamental para o nosso povo.

VI. REFERÊNCIAS

- ALBERTI, Verena. **Manual da História Oral**. Editora FGV - 2ª edição, 2004.
- ARENDDT, Hannah. **Entre o passado e o Futuro**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1997.
- BAUMAN, Zygmunt. **Ensaio sobre o conceito de cultura**. Tradução de Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.
- BARBOSA, José Geraldo Leite. **Aspectos policiais de Mantena**. Zona do Contestado. Belo Horizonte: [s.n.], 1958.
- CARLOS, José. **Definindo História oral e memória**. USP, 1993. CARR.
- Edward Hallet. **Que é história?** UNICAMP, 1996.
- FERREIRA, Marieta de Moraes; FERNANDES, Tania Maria; ALBERTI, Verena (Org.). **História oral: desafios para o século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Casa de Oswaldo Cruz: Fundação Getúlio Vargas/CPDOC, 2000.
- FREIRE, Mário Aristides. **A Capitania do Espírito Santo- Crônicas da vida capixaba no tempo dos capitães-mores (1535-1822)**. ed. Flor & Cultura. 2006.
- GINZBURG, Carlo. **Mitos, Emblemas, Sinais**. São Paulo: Companhia das Letras. 1989.
- HALL, Stuart. **A identidade Cultural na pós-modernidade**. 11. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.
- LE GOFF, Jacques. **História e memória**. UNICAMP, 1990.
- MANTENA: capital do café e do crime na zona do litígio. O Cruzeiro, Rio de Janeiro, p. 12, 10 ago. 1957.
- OLIVEIRA, José Teixeira de. **História do Espírito Santo**. 3 ed. Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo: Secretaria do Estado da Cultura, 2008.
- PONTES, Wallace T. **Conflito agrário e esvaziamento populacional: a disputa do Contestado pelo Espírito Santo e Minas Gerais (1930-1970)**. UFES, Dissertação de Mestrado, 2007.
- SILVA, Marlídia Alves da; LOPES, Maria da Penha Gomes. **O passado e o presente de Barra de São Francisco**. 3. ed. Barra de São Francisco: [s.n.], 1999.
- SILVA, Tomaz Tadeu da. **Identidade e diferença: A perspectiva dos estudos culturais / Tomaz Tadeu da Silva (org)**. Stuart Hall, Kathryn Woodward. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.
- VEYNE, Paul. **Como se escreve a história**. Edições 70, Ltda. Lisboa -Portugal, 1971.
- VILAÇA, Adilson. **Cotaxé-Romance do efêmero Estado de União de Jeovah**. ed. SEJUC, 1997.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 21/05/2019
Aprovado em: 10/07/2019

Área: Ciências Humanas e Sociais

6-2	A RACIONALIDADE TÉCNICA COMO FORMA DE CONHECIMENTO EM ARISTÓTELES TECHNICAL RATIONALITY AS A FORM OF KNOWLEDGE IN ARISTOTLE José Aparecido Pereira; Reginaldo Aliçandro Bordin
-----	--

A RACIONALIDADE TÉCNICA COMO FORMA DE CONHECIMENTO EM ARISTÓTELES

TECHNICAL RATIONALITY AS A FORM OF KNOWLEDGE IN ARISTOTLE

JOSÉ APARECIDO PEREIRA¹; REGINALDO ALIÇANDRO BORDIN²

1 - DOUTOR EM FILOSOFIA. PROFESSOR NA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ E NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DO CONHECIMENTO NAS ORGANIZAÇÕES DA UNICESUMAR. PESQUISADOR DO INSTITUTO CESUMAR DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (ICETI), 2 - MESTRE E DOUTOR EM EDUCAÇÃO, UEM, MARINGÁ -PR. PROFESSOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DO CONHECIMENTO NAS ORGANIZAÇÕES, DA UNICESUMAR E BOLSISTA PRODUTIVIDADE E PESQUISADOR DO INSTITUTO CESUMAR DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (ICETI). TAMBÉM É PROFESSOR DE FILOSOFIA NA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

r.a.bordin@uol.com.br; pzez@bol.com.br

Resumo - Fazer uma abordagem na qual a técnica em Aristóteles seja o principal objeto de discussão constitui o objetivo primordial desse artigo. O problema a ser refletido está relacionado a seguinte questão: que elementos dão à técnica o estatuto de conhecimento no pensamento de Aristóteles? Os procedimentos metodológicos se orientaram pela leitura, análise e interpretação dos textos do assunto em questão e terá como referencial teórico dois textos do filósofo, a saber, a Metafísica e a Ética a Nicômaco. Será possível constatar que, para Aristóteles, produzir e raciocinar são elementos constituintes da técnica e que ela pressupõe muito mais do que a simples ação conduzida e controlada por um tipo de racionalidade centrada no cálculo e na medida. Ela deve ser orientada também pela dimensão criacional, entendida pelo filósofo como liberdade de criação.

Palavras-chave: Técnica. Conhecimento. Racionalidade. Aristóteles.

Abstract- To make an approach in which the technique in Aristotle is the main object of discussion is the primary objective of this article. The problem to be reflected is related to the following question: what elements give the technique the status of knowledge in Aristotle's thought? The methodological procedures were guided by the reading, analysis and interpretation of the texts of the subject matter and will have as theoretical reference two texts of the philosopher, namely, Metaphysics and Nicomachean Ethics. It may be noted that for Aristotle, producing and reasoning are constituent elements of the technique and that it presupposes much more than the simple action conducted and controlled by a type of rationality centered on calculation and measurement. It must also be guided by the creative dimension, understood by the philosopher as freedom of creation.

Keywords: Technique. Knowledge. Rationality. Aristotle.

I. INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, o tema da técnica se tornou recorrente e tem sido objeto de discussão em diversas áreas do conhecimento humano. Mas, seria errôneo afirmar que esse assunto não tivesse sido objeto de reflexão filosófica ou que não fora relevante na antiguidade. Por meio de várias fontes, sobretudo da literatura que trata sobre o conhecimento humano, podemos afirmar que em nenhum momento do seu

itinerário histórico o homem, ao se relacionar com a natureza e com o mundo a sua volta, deixou de agir e pensar respaldado pelo aparato técnico. Ou seja, a técnica sempre acompanhou o homem no desenrolar do seu percurso histórico. Seria quase impossível pensar a evolução humana sem a relação com a técnica. Isso nos leva a dizer que, assim como o homem, por uma inclinação natural tende ao coletivo e ao social, também por uma tendência natural ele se dirige para o domínio e o reino da técnica. Logo, produzir conhecimento, processos e artefatos técnicos revela uma propensão natural do ser humano.

Tendo em vista isso, o objetivo principal desse artigo consiste em promover uma reflexão sobre a técnica em Aristóteles. O problema a ser abordado encontra-se explicitado por meio da seguinte questão: que elementos conferem à técnica o estatuto de conhecimento no pensamento de Aristóteles? O texto está estruturalmente organizado em torno de dois grandes momentos. Inicialmente, pretendemos fazer uma abordagem sobre a noção de técnica precedente à concepção de Aristóteles. Como não é possível tratar de todos os aspectos relacionados a esse assunto, circunscrevemos a nossa discussão a duas perspectivas: a mítica, cujo referencial teórico é o texto *Prometeu acorrentado* de Ésquilo e a perspectiva filosófica a qual terá como fio condutor a filosofia platônica. Em seguida, explicitaremos não somente os aspectos que definem a técnica em Aristóteles, mas também o porquê ela deve ser considerada uma forma de conhecimento.

II. MÉTODO

Os procedimentos metodológicos adotados para a discussão em torno do problema se orientaram pela leitura, análise e interpretação dos textos que abordam o assunto definido neste texto. O texto está organizado em duas partes a) uma abordagem sobre a noção de técnica precedente à concepção de Aristóteles; b) explicitação não somente dos aspectos que definem a técnica em Aristóteles, mas também o porquê ela deve ser considerada uma forma de conhecimento para esse pensador.

III. RESULTADOS

3.1 - O conceito de técnica precedente ao pensamento de Aristóteles

Podemos começar a nossa reflexão nos reportando a dois conceitos técnicos do campo não somente da filosofia, mas também da ciência e da antropologia: *homo sapiens* e *homo faber*. A expressão *homo sapiens* procura evidenciar um atributo fundamental do ser humano, qual seja a sua capacidade de reflexão, consciência e pensamento sobre o seu próprio ser e sobre o mundo que o circunda. Isso significa que o homem além de possuir consciência e conhecimento daquilo que se encontra fora de si (realidade externa), também possui consciência e conhecimento de si mesmo, ou seja, autoconsciência. Dessa maneira, a denominação *homo sapiens* indica uma atividade intrínseca e inerente ao homem: a sua capacidade de contemplação e inteleção. Por sua vez, o campo semântico de *homo faber* remete para a capacidade humana de produzir ou fabricar artefatos e utensílios, por meio dos quais, o homem não somente dá conta das condições materiais da sua existência, mas também, através deles, ele tem o poder de intervir e transformar o mundo e a natureza. Assim, com essa designação compreende-se que o homem é um construtor de obras, um artífice e um operador. Então podemos afirmar que *homo sapiens* e *homo faber* são duas faces da mesma moeda, pois não somente evidenciam dois aspectos da realidade humana, mas demonstram dois modos específicos do seu ser: reflexivo e técnico.

É sobre o saber técnico, como um elemento constitutivo e inerente ao ser humano, que pretendemos refletir nesse texto. Como já dissemos anteriormente, a discussão que objetivamos desenvolver encontra-se circunscrita ao pensamento de Aristóteles, mas, antes disso, entendemos que uma abordagem sobre a noção de técnica precedente à visão desse pensador se faz necessária. Estamos cientes da impossibilidade de se fazer uma exposição sobre todos os elementos que envolvem o conceito de técnica precedente à filosofia aristotélica, pois o espaço neste texto não nos permite tal intento. Por isso, tendo em vista essa dificuldade, ao tratar desse assunto nesse tópico, acreditamos ser conveniente fazer um recorte no qual a discussão sobre a técnica encontra-se relacionada a duas perspectivas e que foram anteriores à visão do referido pensador: a perspectiva mitológica para a qual a obra de *Ésquilo* será o fio condutor fundamental e a perspectiva filosófica na qual Platão será tomado como a principal referência.

No que diz respeito à perspectiva mitológica, podemos encontrar no texto *Prometeu acorrentado* de *Ésquilo* diversas passagens nas quais a alusão à técnica se mostra explicitamente. Nesse texto, o autor faz um relato sobre a punição dada por Zeus a Prometeu por ter roubado o fogo de Hefáistos, considerado o deus ferreiro, e o ter entregado aos humanos. O relato faz sobressair dois aspectos importantes em relação ao castigo recebido por Prometeu: ser acorrentado a um rochedo e ter o seu fígado consumido cotidianamente por uma mistura de águia e leão. Esse episódio no qual Prometeu é severamente punido porque roubou o fogo e o entregou aos homens, constitui um campo fértil para fazermos relação e associação com a técnica. Em primeiro lugar, o próprio fogo pode ser visto como um componente primordial para representar a noção de técnica no contexto da mitologia grega, haja vista o leque de possibilidades que lhes são inerentes: “O roubo do fogo exprime, entre outras coisas, a nova condição humana [...] O fogo é coisa preciosa [...] Mas é cozimento que

permite ao homem alimentar-se: sem ele, o homem é condenado a morrer de fome” (VERNANT, 1990, p.315).

Mas existem ainda outros aspectos que podem ser destacados e relacionados à técnica. Analisemos, por exemplo, a seguinte passagem: “Eles desconheciam as casas bem-feitas com tijolos endurecidos pelo sol, e não tinham noção do uso de madeira; como formigas ágeis levavam a vida no fundo de caverna onde a luz do sol jamais chegava, e não faziam distinção entre o inverno e a florida primavera e o verão fértil; não usavam a razão em circunstância alguma até há pouco tempo, quando lhes ensinei a básica ciência da elevação e do crepúsculo dos astros. [...] Eu mesmo, e mais ninguém, inventei os veículos de asas de pano que permitem aos nautas percorrer os mares” (ÉSQUILO, 2013, p. 51-52).

Se observarmos atentamente essa citação encontraremos inúmeros aspectos que representam a ideia de técnica numa ótica mítica. Notemos que a passagem deixa transparecer a existência de um antes, no qual era inexistente o saber quanto à utilização de tijolos, madeira e assim por diante, até a expressão “quando lhes ensinei” deixando a entender que a ciência relativa aos astros, a partir disso, passou a existir. Tem-se, dessa forma, uma explícita referência ao advento da técnica como o responsável pela a existência daquilo que antes não existia e que passou a existir. Ou seja, a técnica como construção. Mas o final da citação é bem contundente no que diz respeito à técnica ao fazer alusão à invenção de navios como “veículos de asas de pano”. Aqui sobressai uma característica marcante do saber técnico, isto é, a inventividade. Assim, a técnica se revela como invenção e construção.

Ainda em relação à perspectiva mitológica da técnica, o texto de *Ésquilo* nos permite inferir a existência de outros aspectos tão importantes quanto os que mencionamos anteriormente. Vejamos a seguinte passagem: “Depois chegou a vez da ciência dos números, de todas a mais importante, que criei para seu benefício, e continuando, a da reunião das letras, a memória de todos os conhecimentos nesta vida, labor do qual decorrem as diversas artes. [...] não existiam remédios para os doentes, nem alimentos adequados, nem os bálsamos, nem as poções para ingerir, e finalmente, por falta de medicamentos vinha a morte, até o dia em que mostrei às criaturas maneiras de se fazer misturas salutares capazes de afastar as doenças” (ÉSQUILO, 2013, p.51-52). Dir-se-ia que essa citação é extremamente rica em elementos para fazermos menção à técnica. E todos eles reforçam a ideia de que a técnica possui uma relação estreita com a inventividade e a construção. Ao fazer referência à ciência dos números relacionando-a a expressão “mais importante”, podemos inferir que foi graças à técnica que a matemática surgiu e se desenvolveu como umas das áreas mais importantes do conhecimento humano. Não somente isso. A passagem deixa entender, também, que a origem do alfabeto se encontra estreitamente relacionada ao advento da técnica quando diz: “reunião das letras”. Por fim, a citação nos sugere que também as ciências médicas se encontram enraizadas na técnica. Isso é explícito quando o texto afirma “afastar as doenças”. É interessante notar que as invenções relacionadas à técnica nessa citação são de natureza totalmente diferente das invenções apresentadas na outra passagem, pois não se trata de construtos de ordem física, mas sim de natureza marcadamente abstrata.

Em Platão, como a técnica aparece refletida e discutida? É importante salientar que no contexto da filosofia desse pensador parece não existir uma preocupação em conceituar

a técnica direta e explicitamente. Uma característica marcante do seu pensamento em relação a esse assunto é que as suas reflexões se encontram ligadas a outros temas, sobretudo com as discussões sobre o conhecimento científico. Ou seja, as investigações de Platão sobre a questão da técnica não aparecem isoladas e estanques. Ora, são associadas à episteme, ora são vinculadas a outros temas como o governo da cidade, ou seja, a política. É o caso, por exemplo, de uma passagem da *República*, quando está refletindo sobre a gênese da cidade, através do personagem Sócrates, Platão deixa a entender que as necessidades básicas dos membros da cidade (vestimenta, a habitação, o calçado, camas, mesas, moveis e também a transformação da matéria prima, originados da fabricação manual) pressupõe a existência de artesãos de diversos tipos. Nesse sentido ele afirma, “mas acrescentar-lhes-ão leitos, mesas e outros objetos, e ainda iguarias, perfumes e incenso, cortesãs e guloseimas, e cada uma dessas coisas em toda a sua variedade. Em especial, não mais se colocará entre as coisas necessárias o que dissemos primeiro – habitações, vestuário e calçado – [...] artifices que fabriquem toda espécie de utensílios, sobretudo adereços femininos. E, em especial, precisaremos de mais servidores” (PLATÃO, 2001, p. 79-80).

Em outro momento, Platão demonstra uma interpretação aberta e flexível, pois ele indica a não existência de uma distinção entre técnica e ciência, interpretando esses conceitos como equivalentes ou sinônimos. Vejamos, por exemplo, a seguinte passagem da *República* na qual o filósofo estabelece uma relação entre ciência e arquitetura: “A ciência em si é ciência do conhecimento, ou do objeto a dar-lhe, seja qual for. Mas uma ciência determinada é ciência de um objecto específico. Exemplifico: desde que surgiu a ciência de construir casas, não foi ela separada das outras ciências, para ser denominada arquitetura? [...] E não foi depois que se aplicou a um determinado objeto que adquiriu essas características?” (PLATÃO, 2001, p. 195). Entretanto, convém dizer que em outros momentos da mesma obra a relação entre ciência e técnica não é de equivalência. Ou seja, os conceitos não são sinônimos e são entendidos de modo distintos. É o caso, por exemplo, da seguinte passagem na qual o pensador procura estabelecer uma distinção entre o filósofo e não filósofo: “A todos estes, portanto, e a outros que se dedicam a aprender tais coisas e artes de pouca monta, havemos de chamar-lhes filósofos? [...] É nesse ponto que eu estabeleço a distinção: para um lado os que ainda agora referiste – amadores de espetáculos, amigos das artes e homens de ação – e para outro aqueles de quem estamos a tratar, os únicos que com razão podem chamar-se filósofos” (PLATÃO, 2001, p. 255-256). É bom lembrar que, no pensamento platônico, embora exista uma sinonímia entre o binômio ciência e técnica, não é uma tarefa muito simples estabelecer uma relação entre esses dois conceitos. Isso porque nos seus diálogos e, sobretudo na *República*, as reflexões do filósofo submete o conhecimento científico a constantes revisões e retomadas, fazendo com que o filósofo faça referência a ele em muitos momentos da obra.

Como é possível observar, a nossa abordagem sobre a técnica no contexto do pensamento platônico esteve circunscrita até então a *República*, considerada por muitos estudiosos como uma das suas principais obras. E as passagens extraídas desse texto demonstram explicitamente uma interpretação bastante flexível por parte do filósofo: ora ciência e técnica como sinônimas, ora como dois conceitos bem distintos. Mas essa característica não se faz presente

somente na *República*. Em outros diálogos, como no *Filebo* e no *Teeteto*, a relação entre ciência e técnica também é estabelecida a partir de diversos aspectos que ora se mostram como equivalentes e complementares, ora como contrapostos e interdependentes. Evidentemente, essa situação justifica a dificuldade em se ter uma noção mais clara sobre a técnica a partir da obra e do pensamento platônico. Tendo explicitado vários aspectos que caracterizam a técnica numa perspectiva mítica e filosófica e que foram precedentes ao pensamento de Aristóteles, o objetivo a seguir consiste em fazer uma reflexão sobre a concepção de técnica nesse pensador.

3.2 - A técnica como forma de conhecimento em Aristóteles

A palavra técnica vem do termo grego denominado arte, cujo significado pode ser aquilo que é ordenado e organizado. Dessa forma, subjacente ao conceito de técnica encontra-se a ideia de regra ou norma. Portanto, ela se relaciona a toda ação humana conduzida e comandada por regras, constituindo-se como uma forma de conhecimento. A concepção de que a técnica deva ser considerada como um tipo de conhecimento remonta ao pensamento de Aristóteles no período da filosofia antiga. Esse pensador foi o primeiro a realizar uma divisão das ciências ou do conhecimento. Segundo ele, as ciências podem ser divididas em três grandes grupos. O primeiro é o das ciências teóricas cuja característica fundamental é a busca do saber em si mesmo. Essas ciências seriam as responsáveis por investigar as causas últimas ou os fundamentos últimos da realidade. Nesse grupo estaria, sobretudo a filosofia como a ciência por excelência que forneceria todos os pressupostos teóricos para as outras ciências. O segundo grupo é denominado pelo filósofo de ciências práticas. Como o próprio nome já sugere, essas ciências buscariam o saber tendo em vista a ação ou a práxis. Portanto, sua função seria postular e estabelecer princípios e normas com o objetivo de orientar a ação e a conduta dos indivíduos não somente no sentido particular, mas também no âmbito coletivo. A natureza dessas ciências, portanto, seria de caráter normativo. Por isso que nesse grupo Aristóteles fez questão de destacar a ética e a política. O terceiro e último grupo Aristóteles o chamou de ciências *poiéticas*. Essas ciências também possuem um caráter prático, mas diferentemente, por exemplo, da ética e da política, elas não visam a ação no sentido de orientar o comportamento e a conduta. O que elas objetivam é a ação em função do saber fazer ou produzir coisas e objetos. Por isso, Aristóteles também as chamou de ciências produtivas. Portanto, é a partir desse contexto que emergiu o conceito de técnica no âmbito da filosofia aristotélica.

Uma das passagens que podemos destacar para fazer alusão à técnica no pensamento de Aristóteles encontra-se na *Ética a Nicômaco*, considerada uma das obras mais importantes desse pensador. No livro I dessa obra a referência à técnica aparece nos seguintes termos: “TODA ARTE, TODA INVESTIGAÇÃO e igualmente toda a ação e projeto previamente deliberado parecem objetivar algum bem. Por isso se tem dito, com razão, ser o bem a finalidade de todas as coisas [...] Porém, visto que há múltiplas ações, artes e ciências, resulta que suas finalidades são, igualmente, múltiplas. Se a finalidade da medicina é a saúde, a da construção de navios é o navio, a da estratégia é a vitória, a da economia é a riqueza” (ARISTÓTELES, 2014, p. 45). Existem alguns aspectos importantes dessa citação que merecem atenção. Em primeiro lugar, a referência às “artes” é uma alusão à técnica, entendida no contexto do pensamento

aristotélico como *poiesis*. Observemos que, na passagem, o filósofo menciona vários tipos de artes, a saber, a medicina, a construção de navios, a estratégia e a economia. Isso nos permite inferir que o conceito de técnica em Aristóteles se mostra de modo abrangente e multifacetado, visto que ela engloba diversas áreas específicas. Podemos afirmar, então, que o pensador não se distancia e nem se diferencia da visão que os gregos, de modo geral, possuíam em relação à técnica: “De fato, os gregos não distinguem entre a atividade do sapateiro e a do escultor, considerando todas como um tipo de *téchne*. A *téchne* é, portanto, o trabalho do artífice e do artesão” (MARCONDES, 2004, p. 81).

Mas há outro aspecto na citação acima igualmente importante e que, por isso, deve ser destacado. Trata-se da associação de um fim para cada arte. Notemos que para cada arte Aristóteles relaciona a ideia de resultado como elemento que justifica a própria existência da técnica: para a medicina a saúde, para a economia a riqueza e assim por diante. É importante que destaquemos esse aspecto, pois ele, na teoria do conhecimento de Aristóteles, é o que diferencia o conhecimento científico (*episteme*) do conhecimento técnico. Desse modo, o saber técnico é um tipo de conhecimento prático que visa algum resultado ou fim específico. Por sua vez, a ciência constitui-se como um saber especulativo e contemplativo ao qual não se deve associar algum resultado ou fim a não ser um saber enquanto si mesmo. Existem, ainda, outros componentes que explicitam a natureza da técnica como um tipo de saber em Aristóteles. No próximo tópico trataremos sobre eles.

3.2.1 - A racionalidade, a liberdade de criação e a instrução como componentes fundamentais da técnica em Aristóteles

O questionamento que podemos fazer é o seguinte: por que, na perspectiva aristotélica, a técnica é vista como um tipo de conhecimento? Como já dissemos anteriormente, ela se caracteriza como um saber relacionado ao produzir objetos ou artefatos. Mas a seguinte passagem nos ajuda a responder a questão: “[...] julgamos os que possuem a arte mais sábios dos que só possuem a experiência [...] E isso porque os primeiros conhecem a causa, enquanto os outros não a conhecem” (ARISTÓTELES, 2002, p. 05). Como podemos observar nessa passagem, conforme Aristóteles, o conhecimento da causa é um requisito fundamental para que a técnica seja intitulada como forma de conhecimento. Mas não é somente por isso que ele a caracteriza como conhecimento. Aristóteles, na *Ética a Nicômaco*, apresenta outra condição essencial para que ela receba essa conotação: “A construção de casas é uma arte e também uma capacidade racional que tem a ver com o criar (fabricar); tampouco qualquer arte deixa de ser uma capacidade racional que diz respeito ao criar (fabricar) e nem uma capacidade tal que lhe obste ser uma arte. Conclui-se disso que a arte é o mesmo que capacidade racional no tocante a criar (produzir, fabricar) e que envolve um genuíno processo racional” (ARISTÓTELES, 2014, p. 224-225). Notemos que, nessa passagem, o filósofo afirma que além da capacidade para produzir é necessário também outro requisito: a capacidade de racionar. Produzir e raciocinar são, portanto, os elementos constituintes da técnica. Nesse sentido, Aristóteles atrela ao conceito de técnica dois ingredientes fundamentais, a saber, a ação no sentido de fazer e a razão sugerindo que os processos técnicos ou a fabricação de objetos e artefatos pressupõem a capacidade de pensamento e raciocínio. Assim, “Aristóteles

considera a técnica um modo de ser específico do homem e a compreende como um conceito, uma razão, um logos, que precede a realização da ação, sendo lícito supor que imaginasse nele a prefiguração dos resultados do ato, e assim o tomasse por um dos elementos da constituição da finalidade que determina a ação humana” (PINTO, 2005, p. 138). Desse modo, a técnica não se reduz ao campo da pura atividade mecânica destinada a construir objetos. Enquanto um tipo de conhecimento, que possui em essência o saber fazer, ela, além da experiência requer também o uso do cálculo e do raciocínio como instrumentos capazes de conduzir, coordenar e controlar os resultados esperados. Logo, existe subjacente à técnica um tipo de racionalidade. É importante destacar isso porque a visão comum ou o senso comum não concebe a técnica como portadora de pressupostos lógicos e racionais. A tendência é interpretá-la como um saber fazer por si mesmo, ou seja, desprovido de procedimentos racionais, como se fosse uma ação puramente mecânica. Portanto, não levar em consideração que o cálculo, o raciocínio e os pressupostos lógicos são elementos intrínsecos à técnica em Aristóteles é demonstrar uma concepção equivocada sobre esse assunto.

Outro aspecto a se destacar quanto ao conceito de técnica em Aristóteles encontra-se associado àquilo que podemos chamar de liberdade de criação. Diferentemente dos processos mecânicos de produção e de reprodução nos quais predominam a constância e a repetição, o saber fazer no âmbito da produção técnica, pressupõe muito mais do que a simples ação conduzida e controlada por um tipo de racionalidade centrada no cálculo e na medida. A técnica deve ser orientada também pela dimensão criacional. Somente dessa forma poderemos afirmar que o objeto fabricado ou construído será a expressão de um ato criativo e livre por parte do agente ou do artesão. A liberdade aqui não deve ser entendida no sentido moral ou físico, mas deve ser interpretada no sentido intelectual, haja vista que a fabricação de uma coisa está sempre vinculada a uma concepção intelectual. Embora no desenvolvimento da história do pensamento humano a visão e a compreensão sobre a técnica tenham passado paulatinamente por um processo de transformação e reformulação, a noção aristotélica desse tema como saber fazer conduzido e coordenado por processos lógicos e racionais persiste até os nossos tempos.

Em sua obra a *Metafísica* também encontramos outro componente fundamental relativo à técnica na perspectiva aristotélica. Ele pode ser constatado no momento em que o pensador afirma o seguinte: “Em geral, o que distingue quem sabe de quem não sabe é a capacidade de ensinar: por isso consideramos que a arte seja sobretudo ciência e não a experiência; de fato, os que possuem a arte são capazes de ensinar, enquanto os que possuem a experiência não o são” (ARISTÓTELES, 2002, p. 07). Há dois aspectos relevantes a ser analisados nessa passagem. Em primeiro lugar, Aristóteles corrobora a interpretação segundo a qual a técnica constitui um saber ou conhecimento. Isso fica explícito quando o autor, ao fazer uma contraposição entre experiência e arte, ele atribui a essa o estatuto de ciência. É importante salientar que a arte (técnica) é entendida como ciência não no seu sentido mais elevado, ou seja, ciência por excelência, mas como conhecimento num nível menos elevado ou inferior à *episteme*. Em segundo lugar, a passagem acima usa a expressão *capazes de ensinar* relacionando-a à técnica. Talvez esse seja o aspecto mais importante da passagem, uma vez que Aristóteles nos sugere

que o ensino deva ser considerado como um componente constitutivo e fundamental da técnica.

Marilena Chauí ao fazer uma abordagem sobre o pensamento de Aristóteles salienta ainda outros elementos constituintes da técnica: “Técnicos e artífices trabalham guiados por dois critérios. Em primeiro lugar, a forma ou eidos, que devem colocar numa matéria [...]; em segundo, as regras ou preceitos de cada arte, segundo os quais a matéria pode receber a forma que lhe foi determinada pela finalidade de seu uso; essas regras nascem da combinação entre a experiência (empeiria) e o modelo (eidos) e constituem o saber ou a ciência própria do técnico, isto é, o método” (CHAUI, 2002, p. 478). Ressalta-se, assim, a importância de um modelo perfeito que servirá de parâmetro para que o técnico realize a sua arte. Portanto, “A noção da forma como modelo ou paradigma é essencial nas ciências produtivas, pois ela que guia e orienta o trabalho do técnico\artesão. Existe um eidos, uma forma acabada e perfeita, que serve de exemplo, modelo e guia para a causa eficiente. Dizemos que a obra está realizada quando o eidos foi inscrito na matéria, graças à mediação do técnico\artesão” (CHAUI, 2002, p. 79).

IV. CONCLUSÃO

No decorrer desse artigo procuramos fazer uma abordagem sobre a técnica no âmbito da filosofia aristotélica, evidenciando os elementos que a caracterizam como forma de conhecimento. Vimos que, além de se constituir como um tipo de saber voltado para a produção e a fabricação de objetos conduzido pelo raciocínio, o cálculo e a liberdade de criação, a técnica se caracteriza, também, como um conhecimento das causas e se encontra estreitamente relacionado a fins, a resultados e a resolução de problemas.

Um aspecto interessante explicitado no decurso da nossa abordagem, mais especificamente quando tratamos sobre o processo do conhecimento em Aristóteles, é a distinção proposta pelo filósofo entre ciência (episteme) e técnica (arte). Vimos que essa se caracteriza como um saber prático voltado para algum fim ou resultado específico, enquanto aquela, por sua vez, é concebida como um saber marcadamente teórico, abstrato e especulativo, sem associação a algum ou resultado a não ser a ele mesmo. No contexto atual é muito comum o discurso segundo o qual o conhecimento se tornou um aporte essencial e necessário em todas as esferas da existência. A literatura de algumas áreas como a administração, a economia a história e outras usam recorrentemente a expressão “era do conhecimento” ou “sociedade do conhecimento” para ressaltar a importância do conhecimento na contemporaneidade. Assim, tendo em vista a consideração sobre a importância do conhecimento em nosso tempo, criou-se, por exemplo, a gestão do conhecimento nas organizações como sinônima de competitividade. Sem querer questionar esses elementos e levando em consideração a distinção aristotélica entre ciência e técnica, podemos dizer que o conhecimento se encontra, sim, presente nas organizações, constituindo como um fator indispensável e necessário. Entretanto, não é o saber enquanto episteme, conforme Aristóteles o concebeu, sendo mais elevado e importante que o saber técnico. O que existe nas organizações é o conhecimento enquanto técnica destinado a resultados (fins), à produção e à fabricação. Desse modo, na contemporaneidade, parece ter havido uma inversão do que Aristóteles pensou. Para ele, a ciência era mais importante e elevada que a técnica por ser um saber não relacionado a fins e resultados. Por sua vez, na

contemporaneidade e no contexto da economia de mercado, as organizações concebem o conhecimento enquanto técnica como mais importante do que o saber puramente teórico e especulativo. Assim, se antes se falava em ciência-técnica (ciência depois técnica) no contexto atual se fala em tecnociência (técnica depois ciência).

V. REFERÊNCIAS

ARISTÓTELES, **Metafísica**. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

_____. **Ética a Nicômaco**. São Paulo: Edipro, 2014

CHAUI, Marilena. Introdução à filosofia – Dos pré-socráticos a Aristóteles. São Paulo: Companhia das letras, 2002

ÉSQUILO. Prometeu acorrentado. In: **O melhor do teatro grego**. Tradução: Mário da Gama Kury. Rio de Janeiro: Zahar, 2013

MARCONDES, Danilo. **Iniciação à filosofia** – Dos pré-socráticos a Wittgenstein. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004

PINTO, Álvaro Vieira. **O Conceito de Tecnologia**. Vol. I. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

PLATÃO. **A república**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001

VERNANT, Jean-Pierre. **Mito e pensamento entre os gregos** – Estudos de psicologia histórica. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 27/05/2019

Aprovado em: 10/07/2019

Área: Ciências Agrárias e Biológicas

4-5	<p>RELAÇÕES METABÓLICAS E CONCENTRAÇÃO DE MIOCINAS NA TERAPIA COM LED: ESTUDO EM MÚSCULOS IMOBILIZADOS</p> <p>METABOLIC RELATIONS AND CONCENTRATION OF MIOCINES IN LED THERAPY: STUDY IN IMMOBILIZED MUSCLES</p> <p>Marco Aurélio Serafim Bonvino; Bruno Ferreira Gonçalves E Silva; Alexandre Reis Taveira De Souza; Carlos Alberto Da Silva; Adriana Pertille</p>
-----	---

RELAÇÕES METABÓLICAS E CONCENTRAÇÃO DE MIOCINAS NA TERAPIA COM LED: ESTUDO EM MÚSCULOS IMOBILIZADOS

METABOLIC RELATIONS AND CONCENTRATION OF MIOCINES IN LED THERAPY: STUDY IN IMMOBILIZED MUSCLES

MARCO AURÉLIO SERAFIM BONVINO^{1*}; BRUNO FERREIRA GONÇALVES E SILVA²; ALEXANDRE REIS TAVEIRA DE SOUZA³; CARLOS ALBERTO DA SILVA⁴; ADRIANA PERTILLE⁵

1 - DOUTORANDO NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO – UNIMEP – PIRACICABA; 2- ACADÊMICO DE MEDICINA VETERINÁRIA NA

UNIVERSIDADE PAULISTA – CAMPUS SWIFT – CAMPINAS; 3- DOCENTE E COORDENADOR DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - UNIVERSIDADE PAULISTA – CAMPUS SWIFT – CAMPINAS;

4- DOCENTE NA UNIVERSIDADE PAULISTA – CAMPUS SWIFT – CAMPINAS; 5 – DOCENTE DA UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA - UNIMEP

marcoareliofisio@yahoo.com.br;brufgsilva@outlook.com;profalexandre2@gmail.com;drcasilva@gmail.com;adriana.pertille@unimep.br

Correspondência: Marco Aurélio Serafim Bonvino, Rua Aparecida, 1398 – Jd. Santa Rosália – Sorocaba/SP, *marcoareliofisio@yahoo.com.br*

Resumo – *Fundamentado nos benefícios da fototerapia com LED foram estudados em animais submetidos a imobilização muscular os seguintes parâmetros: reservas de glicogênio do músculo gastrocnêmio, a relação proteína/DNA (PT/DNA, indicativo da massa) e as concentrações plasmáticas das citocinas, IL-6, e TNF- α após 7 sessões. Os métodos utilizados fazem parte das rotinas laboratoriais e são suficientes para avaliar condições fisiológicas e homeostasia metabólica, sendo o estudo autorizado pela CEUA/UNIMEP. Nos resultados foi verificado que a imobilização comprometeu as reservas glicogênicas e promoveu perda de massa, condição explícita na diminuição da relação PT/DNA, além de induzir elevação na concentração plasmática de TNF- α (citocina inflamatória), por sua vez, na condição imobilizado tratado com fototerapia com LED foi observado melhora nos parâmetros metabólicos e na massa acompanhado de redução na citocina inflamatória. Como conclusão sugere-se que os benefícios da fototerapia com LED indicam que pode ser coadjuvante de tratamentos que busquem melhorar as condições químico metabólicas de músculos submetidos ao desuso.*

Palavras-chave: *Terapia com LED. IL-6, TNF- α .*

Abstract - *Based on the benefits of LED phototherapy, the following parameters were studied in animals subjected to muscle immobilization: glycogen reserves of the gastrocnemius muscle, protein / DNA ratio (PT / DNA, mass indication) and plasma concentrations of cytokines, IL-6, and TNF- α , after 7 LED light therapy sessions in animals submitted to muscle immobilization. The methods used are part of the laboratory routines and are sufficient to evaluate physiological conditions and metabolic homeostasis, being the study authorized by an institutional ethics committee. In the results, it was verified that the immobilization compromised the glycogen reserves and promoted mass loss, explicit condition in the decrease of PT / DNA ratio, in addition to inducing elevation in the plasma concentration of TNF- α (inflammatory cytokine), in turn, in the immobilized condition treated with LED phototherapy, we observed metabolic and inflammatory cytokine reduction. As conclusion, it is suggested that the benefits of LED phototherapy indicate that it may be a coadjuvant of treatments that seek to improve the chemo metabolic conditions of muscles submitted to disuse.*

Keywords: *LED Therapy. IL-6. TNF- α .*

I. INTRODUÇÃO

A imobilização de músculos esqueléticos é uma condição que induz múltiplos eventos deletérios, tais como redução na sensibilidade insulínica e nas reservas energéticas, disfunções mitocondriais e aumento na proteólise, fatores associados que predispõe a atrofia (JACKMAN e KANDARIAN, 2004; CARVALHO *et al.* 2013). Recentes estudos tem descrito grande comprometimento mitocondrial quando o músculo é colocado em desuso (HYATT *et al.*, 2019; GORGEY *et al.*, 2019). Dentro de um perfil temporal tem sido descrito que a redução na síntese protéica nos músculos dos membros imobilizados já ocorre já nas primeiras 6 horas de imobilização e se agrava até o sétimo dia (MALLINSON e MURTON, 2013).

Diferentes pesquisadores tem se dedicado ao estudo de modelos experimentais que promovem o desuso muscular na posição de alongamento ou encurtamento, no entanto, o modelo de órtese de resina acrílica é o único que mantém o tornozelo a 90° gerando encurtamento nos músculos posteriores do membro pélvico, porém, deixando o quadril livre (MARZUCA-NASSR *et al.*, 2019; DA SILVA *et al.*, 2006).

A literatura tem destacado a multiplicidade de ações das citocinas em muitos tecidos, tais como no sistema imunológico, no tecido adiposo bem como no tecido muscular (JUNIOR *et al.*, 2015). Neste sentido, tem sido descrito que concomitante ao aumento no tempo de ativação da musculatura, há secreção de citocinas tais como a IL-6, a qual atua enquanto agente que promove a mobilização de reservas energéticas hepáticas e adiposas provendo o músculo de substratos metabolizáveis, por sua vez, em condições de desuso há um desequilíbrio entre diferentes citocinas intensificando a liberação do fator de necrose tumoral alfa (TNF α) e propiciando o desenvolvimento de atrofia (JUNIOR *et al.*, 2015; GUO *et al.*, 2014).

Dentre as terapias atualmente em destaque, temos a fototerapia com LED (*light-emitting diode* – diodo emissor de luz). Estudos tem descrito que a LEDterapia está associada com aceleração no processo de cicatrização de feridas na pele, melhora na recuperação de lesão por isquemia no coração e até atenuação na degeneração do nervo óptico lesionado (SERAFIM *et al.*, 2012; HEMMINGGS *et al.*, 2017). Atribuem-se parte dos efeitos do LED à estimulação na função mitocondrial, neste contexto, estudos *in vitro* e *in vivo*, sugeriram que o LED é capaz de estimular as funções mitocondriais por aumentar o consumo de oxigênio, a produção de ATP, o transporte de elétrons e por promover redução na formação de espécies reativas do oxigênio e ainda minimizar reações inflamatórias, possivelmente por interferir na geração/ação da citocina TNF α . Esses efeitos parecem ser mediados pelo aumento da expressão de genes que modulam a atividade antioxidante e coordenam ações anti-inflamatórias (LEAL JUNIOR *et al.*, 2009; 2011).

Tendo em vista os eventos deflagrados pela imobilização e baseado na hipótese que a fototerapia com LED pode minimizar os efeitos deletérios causados pelo desuso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar se existem benefícios na aplicação da terapia com LED no músculo esquelético imobilizado tendo como parâmetro as concentrações plasmáticas de interleucina 6 e TNF α bem como a relação proteína/DNA e o conteúdo de glicogênio.

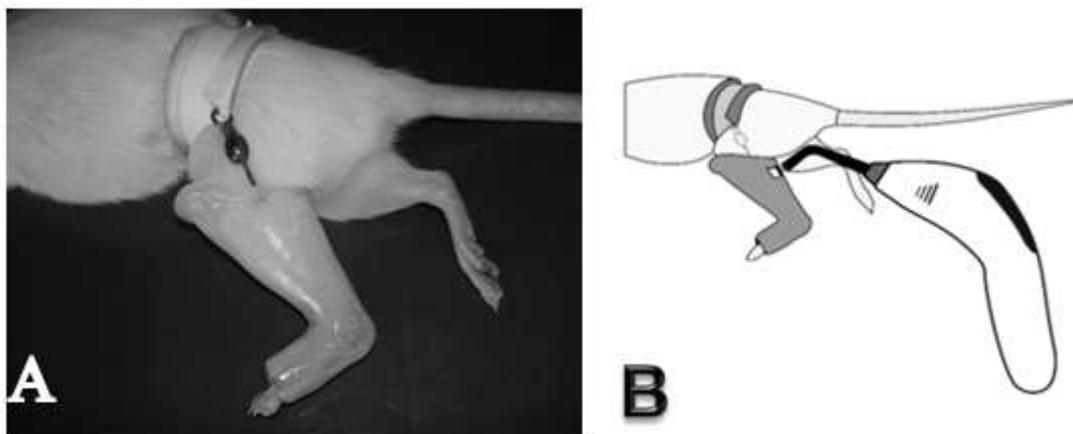
II. MATERIAIS E MÉTODOS

Animais: Foram utilizados ratos albinos Wistar adquiridos da empresa ANILAB - Paulínia, SP. Os animais foram alimentados com ração e água *ad libitum*, submetidos a ciclo foto periódico claro/escuro de 12h e mantidos em gaiolas coletivas (4 animais) à temperatura ambiente controlada em torno de 23 \pm 2°C. Os animais foram distribuídos em grupos experimentais, com n=8 e denominados de: Controle (C); tratado com fototerapia com LED (T); Imobilizados (I) e

imobilizados tratados com fototerapia com LED (IT). Para a imobilização, o dispositivo de policloreto de vinil foi colocado no membro pélvico esquerdo mantendo a articulação do tornozelo na posição em 90° e deixando o quadril livre, cabe ressaltar que esta condição de desuso foi mantida por 7 dias (figura 1) (SILVA *et al.*, 2006). O aparelho de LED usado tem como características potência 300mW, comprimento de onda no vermelho 630 nm e diâmetro de feixe 1,3 cm². Programado o aparelho Bios Therapy II, aplicar na região muscular comprometida, procurar seguir as regiões anatômicas para realizar as aplicações, usar a ponteira do aparelho com uma ligeira pressão sobre a pele, repetir esta operação duas por semana. Aplicar 3 pontos de 60 seg a cada 1 cm, com energia de 8J/cm².

Após o período experimental os animais foram anestesiados com pentobarbital sódico (40 mg/Kg, intraperitoneal) e amostras de sangue foram coletados da veia femoral e acondicionados em eppendorf, estando os recipientes sob gelo, sendo prontamente centrifugado, também na condição de ambiente refrigerado e o plasma acondicionado em freezer -70° para posterior avaliação das concentrações das interleucinas no dia seguinte a coleta. Para determinação das citocinas séricas foi utilizado os seguintes Kits de aplicação laboratorial, a saber: TNF (Monoclonal Anti-TNF antibody produced in mouse REF.000001 MARCA WH0007124M2 Sigma-Aldrich clone 1C3-A1-F4, purified immunoglobulin, buffered aqueous solution) e IL6 (I9646 Sigma-Aldrich REF.000001 MARCA Interleukin-6 from mouse). A seguir foram coletadas amostras do músculo gastrocnêmio para avaliação da concentração de glicogênio pelo método do fenol sulfúrico (SIU *et al.*, 1970); proteínas e DNA através de Kit de aplicação laboratorial. A análise estatística foi realizada com a aplicação de ANOVA, seguido do teste de Tukey, p<0,05. O estudo foi aprovado pela CEUA/UNIMEP sob protocolo 01/2018.

Figura 1 - Órtese adaptada ao membro pélvico (A) e Posicionamento da aplicação da fototerapia com LED no músculo imobilizado (B)



Fonte: Carlos Silva, Br. J. Med. Biol. Res.2006.

III. RESULTADOS

A análise da concentração plasmática de interleucina 6 (IL6), indicou que a fototerapia com LED (LED) quando aplicada em músculos normais (não imobilizados) não promove modificação neste parâmetro, por outro lado, foi observado que na condição de imobilização as concentrações

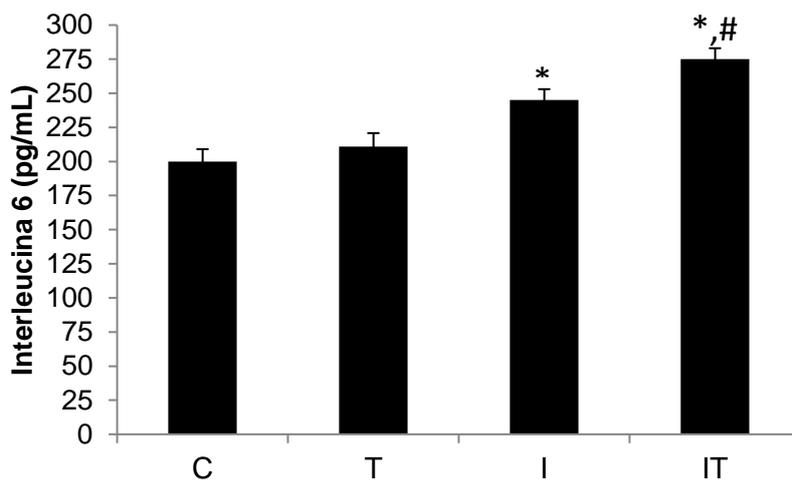
de IL6 estavam 16% maiores em decorrência do desuso, condição que foi ainda maior atingindo valores 12% maiores no grupo tratado com LED. Um fato importante é que o músculo imobilizado tratado com LE, não apresentou concentrações plasmáticas diferentes do grupo controle (vide figura 2).

A seguir foi avaliada as concentrações plasmáticas do fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) sendo observado que o tratamento com LED não modificou este parâmetro. Por sua vez, no grupo submetido a imobilização as concentrações plasmáticas de TNF- α apresentaram-se 30% maiores, condição que foi minimizada em 18% no grupo imobilizado tratado (figura 2).

Enquanto parâmetro metabólico foram analisadas as reservas glicogênicas (GLI) do músculo gastrocnêmio e não

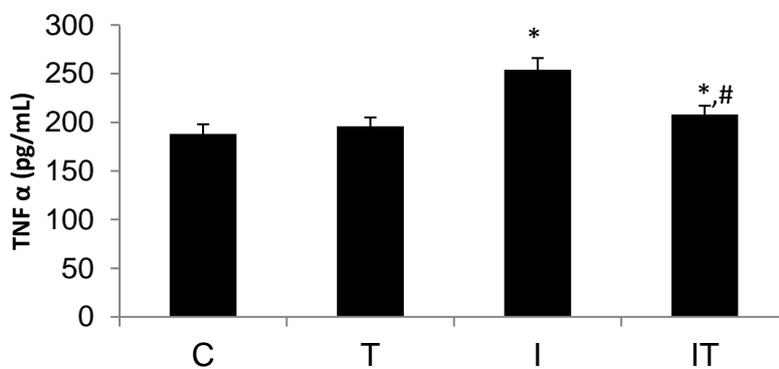
foi observado diferença se compararmos o grupo tratado com o controle. No que se refere as reservas GLI após imobilização foi constatado que o desuso promoveu o estabelecimento de reservas 40% menores, condição minimizada em 17% em decorrência do tratamento com LED (tabela 1). No que se refere a relação proteína/DNA foi observado redução de 32% devido ao desuso gerado pela imobilização, condição minimizada em 23% no grupo imobilizado tratado (tabela 1).

Figura 2 - Concentração plasmática de interleucina 6 (pg/mL) dos grupos controle (C), tratado com fototerapia com LED (T), imobilizado (I) e imobilizado tratado com fototerapia com LED (IT). Os valores correspondem à média \pm dp, n=6. *p<0,05 comparado ao controle; #p<0,05 comparado ao grupo imobilizado



Fonte: Marco Bonvino (Arquivo pessoal)

Figura 3 - Concentração plasmática de TNF α (pg/mL) dos grupos controle (C), tratado com fototerapia com LED (T), imobilizado (I) e imobilizado tratado com fototerapia com LED (IT). Os valores correspondem à média \pm dp, n=6. *p<0,05 comparado ao controle; #p<0,05 comparado ao grupo imobilizado



Fonte: Marco Bonvino (Arquivo pessoal)

Tabela 1 - Concentração muscular de glicogênio (GLI; mg/100mg) e relação proteína/DNA (PT/DNA; mg/100mg) dos grupos controle (C), tratado com fototerapia com LED (T), imobilizados (I) e imobilizados tratados com fototerapia com LED (IT). Os valores correspondem a média \pm dp, n=6.

Grupos	C	T	I	IT
GLI	0,48 \pm 0,04	0,50 \pm 0,03	0,30 \pm 0,02*	0,36 \pm 0,03*#
PT/DNA	22,4 \pm 0,1	23,2 \pm 0,3	15,2 \pm 0,3*	18,7 \pm 0,2*#

*P<0,05 comparado ao controle e #p<0,05 comparado ao imobilizado.

IV. DISCUSSÃO

O músculo esquelético é um dos principais tecidos ligados ao controle glicêmico por apresentar mecanismos responsáveis pela captação, metabolização e expressivas reservas de glicose, contribuindo significativamente para a homeostasia metabólica (CURI e PROCÓPIO, 2017). Neste contexto, pode-se destacar que as reservas musculares de glicogênio são uma importante fonte de energia durante a atividade contrátil, desta forma, mudanças no conteúdo, podem interferir no desempenho, ou seja, concomitante a elevação nas reservas observa-se melhora na resistência durante atividade física, porém, a redução das reservas tem relação direta com o desencadeamento de fadiga muscular (SESTI, 2006).

O presente estudo mostra que no músculo gastrocnêmio imobilizado houve redução significativa no conteúdo de glicogênio, condição que indica comprometimento na sinalização insulínica e consequente redução na atividade das vias glicogênicas citosólicas sugerindo que o desuso induziu o desenvolvimento do quadro de resistência à insulina condição já descrita na literatura (PIERRE *et al.*, 2016).

Ainda dentro do perfil fisiológico foi verificado que no desuso muscular, além do comprometimento metabólico, também houve redução na massa, representado pela pequena relação proteína/DNA. Há de se considerar que, a perda de massa provém de conseqüências funcionais adversas, assim, mesmo sendo consenso que o que deflagra a atrofia é a perda de tensão muscular, sabe-se que o comprometimento nas vias sinalizadoras promove um desequilíbrio nos processos responsáveis pela síntese de proteínas e ao mesmo tempo intensificam a proteólise, condição que também é relevante no desuso muscular (JACKMAN e KANDARIAN, 2004).

Ainda no que tange ao desuso, tem sido descrito diminuição na área de secção transversa das fibras musculares, redução na produção de força, diminuição da densidade capilar, aumento da fatigabilidade e diminuição da sensibilidade à insulina, ação mais expressiva em fibras glicolíticas, tipagem de fibras predominante no músculo gastrocnêmio aqui estudado (FITTS *et al.*, 2000). Assim, este estudo reitera a eficiência da órtese em gerar o desuso promovendo os desajustes classicamente descritos e foco de análise no estudo.

Foi observado que a fototerapia com LED não promoveu modificações nas reservas energéticas nem na relação proteína/DNA, quando aplicada em músculos normais, este dado é importante por referendar que a fototerapia não gera desequilíbrio na homeostasia tecidual, assim qualquer que seja sua indicação, de forma que busque promover recuperação morfohistofisiológica em muitos tecidos, é sugestivo que esta terapia não agride os demais tecidos.

Estudos com LEDterapia tem revelado muitas ações até então não relatadas na literatura. Neste estudo foi verificado que a terapia minimizou o comprometimento nas reservas glicogênicas e também preservou a perda de massa no grupo imobilizado tratado, representado pelas maiores reservas glicogênicas e melhor relação proteína/DNA. Um recente estudo constatou que a terapia com LED melhorou expressivamente a glicemia de diabéticos submetidos a exercício moderado, fato que pode indicar que a terapia atua ativando as vias citosólicas responsáveis pela captação de hexose pelos músculos, condição impar e relacionada diretamente com o sinal insulínico, atribuindo a LEDterapia a importante função de coadjuvante aos efeitos fisiológicos que modulam a homeostasia tecidual, indicando ainda que a fototerapia com LED pode interferir nas demais vias sinalizadoras citosólicas, como por exemplo nas vias de síntese proteica, baseado na melhor relação proteína/DNA. (FRANCISCO *et al.*, 2019).

No que se refere às maiores concentrações plasmáticas de IL-6 no grupo submetido à imobilização, sabe-se que a tríade redução na sensibilidade insulínica, intensificação do catabolismo e limitação na capacidade contrátil contribuem para a ocorrência das menores reservas energéticas e nesta condição tem sido observado aumento na transcrição do gene de IL-6, e secreção de IL6 pelo tecido muscular esquelético, condição em que esta citocina estimula a glicogenólise hepática e a lipólise, provendo o sistema muscular de maior

concentração de substratos metabolizáveis (PEDERSEN *et al.*, 2003; MOOREN e VOLKER, 2012; (DELOROSO *et al.* 2018). Sabe-se ainda que a elevação na concentração plasmática de IL-6 tem relação com o maior estresse mecânico ou lesão muscular, condições associadas que podem ter ocorrido/imposto pela órtese propiciando as alterações aqui descritas (PRESTES *et al.*, 2006; RUDERMAN *et al.*, 2006).

TNF- α é uma citocina pró-inflamatória, estando descrito na literatura que esta citocina promove redução na sinalização insulínica reduzindo a eficiência dos substratos do receptor de insulina no citosol, comprometendo a captação de glicose em tecidos insulino-dependentes e promovendo a resistência à insulina (KROGH-MADSEN *et al.*, 2006; ARSLAN *et al.*, 2010). Neste contexto sabe-se que a resistência à insulina no músculo esquelético, tem expressão multifatorial através da diminuição na população do transportador de glicose (GLUT-4) e redução na fosforilação do substrato do receptor de insulina (IRS-1) (ARSLAN *et al.*, 2010; SPERETTA *et al.*, 2014).

Os dados aqui apresentados mostram que em decorrência da fototerapia com LED houve aumento na produção da interleucina 6 e consequente redução na concentração plasmática de TNF α , condição descrita na literatura onde está demonstrando que no tecido muscular, a produção de IL6 inibe a produção de TNF α (MOOREN e VOLKER, 2012).

Esta capacidade da IL6 em promover redução na concentração plasmática de TNF α corrobora com um estudo que constatou que a LEDterapia pode atuar como um anabólico natural para o aumento da função muscular devido ao aumento na responsividade à insulina, maior atividade mitocondrial e volume muscular e pode indicar que a interleucina possa ter ativado a sinalização insulínica deprimida pelo desuso (MALDONADO *et al.*, 2004).

Por fim, é sugestivo que a melhora nos padrões glicogênicos e na relação proteína/DNA, observado no grupo imobilizado tratado com ledterapia, se deve a capacidade da IL6 em minimizar os efeitos deletérios do TNF α e restabelecer funções celulares comprometidas pelo desuso. Assim, conclui-se que a LEDterapia ao promover melhora nas condições metabólicas torna-se um importante coadjuvante nos tratamentos do desuso muscular, cujo intuito é restabelecer a homeostasia metabólica e funcional.

V. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

VI. REFERÊNCIAS

- ARSLAN, N.; ERDUR, B.; AYDIN, A. Hormones and cytokines in childhood obesity. **Indian Pediatr.** v.47, n.10, p.829-839, 2010.
- BROOKS, N.E; MYBURGH, K.H. Skeletal muscle wasting with disuse atrophy is multi-dimensional: the response and interaction of myonuclei, satellite cells and signaling pathways. **Front. Physiol.** v. 5, n.99, p.1-14, 2014.
- CARVALHO, M.M.; MARTINS, W.R.; BLACKZICK, J.C.; CRUZ JÚNIOR, C.A.; SOUZA, H.A; Kückelhaus, S.A.S. Análise morfométrica dos efeitos da imobilização sobre o

- músculo gastrocnêmio de ratos. **Univ. Ciências da Saúde**. v.11, n.2, p. 99–106, 2013.
- COUTINHO, E.L.; GOMES, A.R.S.; FRANÇA, C.N, SALVINI, T.F. A new model for the immobilization of the rat hind limb. **Braz J Med Biol Res**. v. 35, n.11, p.1329-1332, 2002.
- CURI, R; Araújo Filho A.; PROCÓPIO, J. **Fisiologia Básica**, 2ª edição, de - Guanabara Koogan, 2017.
- DA SILVA, C.A.; GUIRRO, R.R.J.; POLACOW, M.L.O.; Durigan, J.L.Q. Rat hindlimb joint immobilization with acrylic resin orthoses. **Braz J Med Biol Res**. v.39, n.7, p.979-985, 2006.
- FRANCISCO, C.O.; BELTRAME, T.; HUGHSON, R.L.; MILAN-MATTOS, J.C.; FERROLI-FABRÍCIO, A.M.; GALVÃO BENZE, B.; FERRARESI, C.; PARIZOTTO, N.A.; BAGNATO, V.S.; BORGHI-SILVA, A.; PORTA, A.; CATAL, A.M. Effects of light-emitting diode therapy (LEDT) on cardiopulmonary and hemodynamic adjustments during aerobic exercise and glucose levels in patients with diabetes mellitus: A randomized, crossover, double-blind and placebo-controlled clinical trial. **Complement Ther Med**. v.42, p.178-183, 2019.
- GORGEY, A.S.; WITT, O.; O'BRIEN, L.; CARDOZO, C.; CHEN, Q.; LESNEFSKY, E.J.; GRAHAM, Z.A. Mitochondrial health and muscle plasticity after spinal cord injury. **Eur J Appl Physiol**. v.119, n.2, p.315-331, 2019.
- GUO, T.Z.; WEI, T.; LI, W.W.; LI, X.Q.; CLARK, J.D.; KINGERY, W.S. Immobilization contributes to exaggerated neuropeptide signaling, inflammatory changes, and nociceptive sensitization after fracture in rats. **J Pain**. v.15, p.1033–45, 2014.
- HEMMINGS, T.J.; KENDALL, K.L.; DOBSON, J.L. Identifying Dosage Effect of Light-Emitting Diode Therapy on Muscular Fatigue in Quadriceps. **J Strength Cond Res**. v.31, n.2, p.395-402, 2017.
- HYATT, H.; DEMINICE, R.; YOSHIHARA, T.; POWERS, S.K. Mitochondrial dysfunction induces muscle atrophy during prolonged inactivity: A review of the causes and effects. **Arch Biochem Biophys**. v.15, p.49-60, 2019.
- R.W. KANDARIAN, S.C. The molecular basis of skeletal muscle atrophy. **Am J Physiol Cell Physiol**. v.287, n.4, p. 834-43, 2004.
- JUNIOR, M.P.; ANDRADE, R.D.; LAZARINI, J.R.; ORNELLAS, F.H. Efeito agudo do exercício resistido sobre a interleucina 6 e fator de necrose tumoral alfa: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.9, n.56, p 597-604, 2015.
- KROGH-MADSEN, R.; PLOMGAARD, P.; MØLLER, K.; MITTENDORFER, B.; PEDERSEN, B.K. Influence of TNF-alpha and IL-6 infusions on insulin sensitivity and expression of IL-18 in humans. **Am J Physiol Endocrinol Metab**. v.291, n.1, p.108-14, 2006.
- KROGH-MADSEN, R.; PLOMGAARD, P.; KELLER, P.; KELLER, C.; PEDERSEN, B.K. Insulin stimulates interleukin-6 and tumor necrosis factor- α gene expression in human subcutaneous adipose tissue. **Am J Physiol Endocrinol Metab**. v.286, p.E234-E238, 2004.
- LEAL JUNIOR, E.C.; DE GODOI, V.; MANCALOSSI, J.L.; ROSSI, R.P.; DE MARCHI, T.; PARENTE, M.; GROSSELLI, D.; GENEROSI, R.A.; BASSO, M.; FRIGO, L.; TOMAZONI, S.S.; BJORDAL, J.M, LOPES-MARTINS, R.A. Comparison between cold water immersion therapy (CWIT) and light emitting diode therapy (LEDT) in short-term skeletal muscle recovery after high intensity exercise in athletes – preliminary results. **Lasers Med Sci**. v.26, n.4, p.493– 501, 2011.
- LEAL JUNIOR, E.C.; LOPES-MARTINS, R.A.; ROSSI, R.P.; DE MARCHI, T.; BARONI, B.M.; DE GODOI, V, MARCOS, R.L.; RAMOS, L.; BJORDAL, J.M. Effect of cluster multi-diode light emitting diode therap.; (LEDT) on exercise-induced skeletal muscle fatigue and skeletal muscle recovery in humans. **Lasers Surg Med**. v.41, n.8, p.572-7, 2009.
- MALDONADO, T.; PAOLILLO, F.R. C.; FERRARESI, C.; PARIZOTTO, N.A.; BAGNATO, V.S. **Aumento da potência muscular de atletas jogadores de futebol com ledterapia** (850 nm). XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2014.
- MALLINSON, J.E.; MURTON, A.J. Mechanisms responsible for disuse muscle atrophy: Potential role of protein provision and exercise as countermeasures. **Nutrition**. v.29, n.1, p. 22–28, 2013.
- MARZUCA-NASSR, G.N.; VITZEL, K.F.; MURATA, G.M.; MÁRQUEZ, J.L.; CURI, R. **Experimental Model of HindLimb Suspension-Induced Skeletal Muscle Atrophy in Rodents**. In: Guest P. (2019), (eds) Pre-Clinical Models. Methods in Molecular Biology, Humana Press, New York, NY.
- MENDES, B.V.; DELOROSO, F.T.; DELOROSO, M.G.B. A Biofotometria na Fisioterapia. **Sodebras**. v.13, n.146, 2018.
- MOOREN, C E VOLKER, F. **Fisiologia do exercício molecular e celular**. Santos Editora, 2012.
- PEDERSEN, M.; BRUUNSGAARD, H.; WEIS, N.; HENDEL, H.W.; ANDREASSEN, B.U.; ELDRUP, E.; DELA, F, PEDERSEN, B.K. Circulating levels of TNF- α and IL-6-relation to truncal fat mass and muscle mass in healthy elderly individuals and in patients with Type-2 diabetes. **Mech Ageing Dev**. v. 124, p.495-502, 2003a.
- PEDERSEN, B.K.; STEENSBERG, A.; FISCHER, C.; KELLER, C.; KELLER, P.; PLOMGAARD, P.; FEBBRAIO, M.; SALTIN, B. Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? **J Muscle Res Cell Motil**. v.24, n.2-3, p.113-9, 2003b.
- PANVELOSKI-COSTA, A.C.; PINTO JÚNIOR, D.A.C.; BRANDÃO, B.B.; MOREIRA, R.J.; MACHADO, U.F.; SERAPHIM, P.M. Resistivo training reduces inflammation in skeletal muscle and improves the peripheral insulin sensitivity in obese rats induced by hyperlipidic diet. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v.55, n.2, p.155- 163, 2011.
- PIERRE, N.; APPRIOU, Z.; GRATAS-DELAMARCHE, A.; DERBRE, F. From physical inactivity to immobilization: Dissecting the role of oxidative stress in skeletal muscle insulin resistance and atrophy. **Free Radical Biology and Medicine**, Elsevier, 2016.

PRESTES, J.; DONATTO, F.F.; DIAS, R.; FROLLIN, A.B.; CAVAGLIERI, C.R. Papel da Interleucina-6 como um sinalizador em diferentes tecidos durante o exercício físico. **Fitness & performance journal**. v. 6, p. 348-353, 2006.

POWERS, S.K.; LYNCH, G.S.; MURPHY, K.T.; REID, M.B.; ZIJDEWIND, I. Disease-Induced Skeletal Muscle Atrophy and Fatigue. **Med Sci Sports Exerc**. v.48, n.11, p.2307-2319, 2016.

RUDERMAN, N.B.; KELLER, C.; RICHARD, A.M.; SAHA, A.K.; LUO, Z.; XIANG, X.; GIRALT, M.; RITOV, V.B.; MENSHIKOVA, E.V.; KELLEY, D.E.; HIDALGO, J.; PEDERSEN, B.K.; KELLY, M. Interleukin-6 regulation of AMP-activated protein kinase. Potential role in the systemic response to exercise and prevention of the metabolic syndrome. **Diabetes**. v.55, Suppl 2: S48-54, 2006.

SERAFIM, K.G. Effects of 940-nm light-emitting diode (LED) on sciatic nerve regeneration in rats. **Lasers Med Sci**. v.27, n.1, p.113-119, 2012.

SESTI G. Pathophysiology of insulin resistance. **Best Pract Res Clin Endocrinol Metab**. v.20, n.4, p.665-79, 2006.

SILVA, C.A.; GUIRRO, R.R.J.; POLACOW, M.L.O. DURIGAN, J.L.Q. Proposal for rat hindlimb joint immobilization: orthosis with acrylic resin model. **Br. J. Med. Biol. Res**. v.39, p.979-85, 2006.

SIU, LO. RUSSEAU, J.C.; TAYLOR, A.W. Determination of glycogen in small tissue samples. **J Appl Physiol**. v.28, n.2, p.234-236, 1970.

SPERETTA, G.F.F.; LEITE, R.D.; DUARTE, A.C.G. Obesidade, inflamação e exercício: foco sobre o TNF-alfa e IL-10 Obesity, inflammation and exercise: focus on TNF-alpha and IL-10. **Revista HUPE**, v.13, n.1, p.61-69, 2014.

WHELA, H.T. Effect of NASA light-emitting diode irradiation on wound healing. **J. Clin Laser Med Surg**. v.19, p.305-314, 2001.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 03/06/2019

Aprovado em: 10/07/2019

Área: Ciências Exatas e Engenharias

1-1	<p>IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE APERTADEIRAS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: ESTUDO DE CASO</p> <p>IMPLEMENTATION OF STATISTICAL CONTROL OF FASTENERS IN AN AUTOMOTIVE INDUSTRY: CASE STUDY</p> <p>Nilo Antonio De Souza Sampaio; José Glênio Medeiros De Barros; Maria Da Glória Diniz De Almeida; Bernardo Bastos; Antonio Henriques De Araujo Junior; Edson Teixeira De Oliveira; Alexandre Viana Guerra; Paulo Rogério Camargo; Artur Leal Dias Rocha Vieira; Frederico Torres Ramos; João Vitor Bard; Lucas Peruci Corte Real; Matheus Rodrigues Tardin; Vinicius Kirchmair Sichi</p>
3-1	<p>USO DE AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A PAVIMENTAÇÃO</p> <p>USE OF RECYCLED AGGREGATES FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR PAVING</p> <p>TRANNIN, I. C. B.; PANCIERI, T. A.</p>
3-4	<p>SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE DE ILUMINAÇÃO BASEADO EM SENSORES DE PRESENÇA E BLUETOOTH</p> <p>AUTOMATED LIGHTING CONTROL SYSTEM BASED ON PRESENCE SENSORS AND BLUETOOTH</p> <p>Wyctor Fogos Da Rocha; Mário Mestria</p>



IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE APERTADEIRAS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: ESTUDO DE CASO

IMPLEMENTATION OF STATISTICAL CONTROL OF FASTENERS IN AN AUTOMOTIVE INDUSTRY: CASE STUDY

AUTORES: NILO ANTONIO DE SOUZA SAMPAIO¹; JOSÉ GLÊNIO MEDEIROS DE BARROS¹; MARIA DA GLÓRIA DINIZ DE ALMEIDA¹; BERNARDO BASTOS¹; ANTONIO HENRIQUES DE ARAUJO JUNIOR¹; CO-AUTORES: EDSON TEIXEIRA DE OLIVEIRA², ALEXANDRE VIANA GUERRA², PAULO ROGÉRIO CAMARGO², ARTUR LEAL DIAS ROCHA VIEIRA², FREDERICO1 TORRES RAMOS², JOÃO VITOR BARD², LUCAS PERUCI CORTE REAL², MATHEUS RODRIGUES TARDIN², VINICIUS KIRCHMAIR SICH²

1 – DOCENTES DA UERJ-FAT; 2 – DISCENTES DA UERJ-FAT

nilo.samp@terra.com.br; glenio.barros@gmail.com; gloria_uerj@yahoo.com.br; bernardobastos@gmail.com; anthenriques2001@yahoo.com.br

Resumo - O objetivo é mostrar uma sistematização para a indústria automotiva, tratando-se de equipamentos que desempenham torques em características críticas no processo de montagem de caminhões e ônibus em juntas parafusadas, por meio de coletas de dados em bancada simuladora de torques, gerando cartas de controle. Por meio de rastreabilidade, tomadas de decisões terão mais acertos e analisa-se atentamente a variabilidade do equipamento de aperto quanto a sua capacidade para executar torques em características críticas de montagem de caminhões e ônibus. Os resultados do projeto têm como objetivo mostrar a eficiência da implementação para tomada de decisões, junto a equipamentos que executem torques críticos, com amparo em normas internacionais e de rastreabilidade a nível nacional, estruturando a sistematização dentro dos procedimentos e da empresa, para tomada de decisões dentro deste contexto.

Palavras-chave: Controle Estatístico. Juntas Parafusadas. Torques.

Abstract - The objective is to show a systematization for the automotive industry, being equipment that performs torques in critical characteristics in the process of assembly of trucks and buses in bolted joints, through data collection in bench simulating torques, generating control charts. Through traceability, decision-making will have more success, and the variability of tightening equipment is analyzed closely for its ability to perform torques on critical truck and bus assembly features. The results of the project aim to show the efficiency of the implementation for decision making, together with equipment that execute critical torques, with support in international standards and traceability at national level, structuring the systematization within the procedures and the company, for making within this context.

Keywords: Statistical Control. Bolted Joints. Torques.

I. INTRODUÇÃO

A sobrevivência das empresas no mercado competitivo atual está diretamente ligada à produção de produtos de

qualidade a custos baixos. Muitas estratégias foram concebidas nas últimas décadas, com o objetivo de assegurar qualidade em seus produtos, processos e serviços, por meio de dados que demonstrem como se encontram os processos produtivos, para tomada de decisões mais acertadas. O objeto de estudo deste trabalho é uma ferramenta de qualidade, desenvolvida especificamente para uma montadora de Caminhões e Ônibus - CEA - Controle Estatístico de Apertadeiras. O Controle estatístico de Apertadeiras - CEA - pode ser descrito como uma ferramenta de qualidade para monitoramento da qualidade de equipamentos eletrônicos de apertos para características críticas no processo de montagem de juntas parafusadas. Por meio de inspeções por amostragem de características pré-determinadas de juntas parafusadas, o CEA possibilita a detecção de causas especiais, divergências no desempenho do equipamento, que prejudiquem a qualidade final do aperto da montagem de junta parafusada. Antes da implementação deste estudo não havia uma sistemática, o que prevalecia eram informações muito subjetivas, descentralizadas, não padronizadas e muitas opiniões não condizentes com a realidade.

• Controle Estatístico de Processo

Pode-se afirmar que o controle de qualidade é tido como o processo de acompanhamento e de tomada de ação de resposta a qualquer desvio dos níveis aceitos como variação normal de processo. A maneira mais comumente usada de realização deste acompanhamento se dá através do controle estatístico de processo (SLACK, N. *et al.*, 2002).

• Controle estatístico de Apertadeiras - CEA

O Controle estatístico de Apertadeiras - CEA - pode ser descrito como uma ferramenta de qualidade para monitoramento da qualidade de equipamentos eletrônicos de apertos para características críticas no processo de montagem de juntas parafusadas. Por meio de inspeções por amostragem de características pré-determinadas de juntas parafusadas, o CEA possibilita a detecção de causas especiais, divergências

no desempenho do equipamento, que prejudiquem a qualidade final do aperto da montagem de junta parafusada. Antes da implementação deste estudo não havia uma sistemática, o que prevalecia eram informações muito subjetivas, descentralizadas, não padronizadas e muitas opiniões não condizentes com a realidade.

A implementação do CEA consistiu em um esforço inicial no processo de implementação de uma sistemática de controle da qualidade voltado para equipamentos de apertos transdutorizados, que executam torques em características críticas em todo o processo produtivo. O CEA visa implementar o controle por meio de monitoramento estatístico da variável máquina garantindo assim, dentro dos cinco M'S (matéria-prima, material, mão de obra, método, máquinas), padrões de excelência e satisfação de clientes.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Busca-se com este trabalho consolidar a importância dos testes normatizados cujos resultados se convertem para os estudos de confiabilidade, aproximando ainda mais as previsões da realidade.

Existem várias formas de teste de uma parafusadeira, uma das mais utilizadas, é a descrita na norma internacional, que inclusive é uma referência utilizada pelo Inmetro para acreditação de laboratórios que prestam serviços de certificação de parafusadeiras. Ainda nesta norma, recomenda-se uma análise estatística dos resultados dos testes através do cálculo de índices de capacidade, que possibilitam avaliar se a ferramenta é capaz de executar a operação simulada no teste respeitando as tolerâncias propostas.

Da mesma forma estudos de confiabilidade são premissas básicas para previsão e planejamento de manutenção de equipamentos.

Um estudo de confiabilidade abrange vários aspectos dos quais, para efeito deste trabalho se destaca a modelagem dos tempos até a falha, que consiste no tempo decorrido entre o início de operação até a transição para um estado de falha do sistema em estudo (KHATER, E. 2009, KNEZEVIC, J. 1993).

Com o diagnóstico da relação entre os tempos até a falha e índices de capacidade, busca-se a otimização dos programas de manutenção ou substituição dos sistemas em análise.

Teste Capacidade

Os índices de capacidade processam as informações de forma que seja possível avaliar se um processo é capaz de gerar produtos possam atender as especificações proveniente definidas. De acordo do Toledo (2013), recomenda-se o uso de Cp para avaliar a capacidade do processo e é necessário que este esteja sob o controle estatístico. O índice Cp, chamado de índice de capacidade do processo, considera que o processo está centrado no valor nominal da especificação. Caso a característica de qualidade em estudo tenha distribuição bilateral ROSA, C. (2018). Cm representa a capacidade potencial da máquina, avalia se o processo está centrado.

$$C_v = \frac{LSE - LSI}{6\sigma} \quad (1)$$

Onde LS é o limite superior especificado, LI é o limite inferior especificado pelo processo e é o desvio padrão dos resultados, este último, calculado pela equação (2).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (2)$$

Na qual "xi" é o resultado de cada medição, "n" é o número de medições realizadas e é a média dos resultados. C_{mk} também é um índice de capacidade, porém leva em consideração o posicionamento dos resultados perante os limites de especificação. É representado pelo menor valor encontrado nas equações (3) e (4).

$$C_{mk} = \frac{\mu - LI}{3\sigma} \quad (3)$$

$$C_{mk} = \frac{LS - \mu}{3\sigma} \quad (4)$$

• Metodologia Aplicada

O método de pesquisa utilizada neste artigo encaixa-se na categoria de Pesquisa Ação.

A Pesquisa Ação destina-se tanto a solucionar falhas específicas, principalmente em uma empresa, quanto a estimular pessoas em um alto grau de envolvimento, a estudar seus próprios problemas e resolvê-los. Esse método, por fim, guia os envolvidos na solução de problemas.

• Definição De Torque

Define-se por torque, Momento Angular ou Momento de Giro a Grandeza Física resultante da aplicação de uma Força "F" perpendicular a uma distância "r" do ponto de giro em um braço de alavanca.

É utilizado no caso de uma ferramenta manual, conforme a equação (5)

(fórmula criada por Arquimedes de Siracusa)

$$T = F.r \quad (5)$$

Onde:

T = Torque; F = Força; r = distância

Testes desempenho ou capacidade de máquinas, podem ser aplicados a qualquer ferramenta ou instrumento. Avaliam não apenas o desvio dos resultados em relação a um padrão, como é feito em uma calibração, mas também a dispersão deles. Consistem em repetir várias medições, a ISO 5393:1994 (IOS, 1994), recomenda 25 amostras, se possível eliminando variações oriundas da operação, processo ou material. Com base nos limites inferiores e superiores de especificação e os resultados dos testes, os índices de capacidade Cp e Cpk são calculados com as equações (1), (3) e (4).

- *Bancada Torciométrica Blm Simuladora De Torques*

Uma bancada Torciométrica tem por finalidade simular a junta parafusada do produto por meio de freios hidráulicos que reproduzem o tipo de junta desde as mais rígidas às mais flexíveis, conforme a norma ISO 5393 (norma internacional) que especifica o método para teste de performance dos equipamentos rotativos em elementos roscados.

Uma válvula regula a vazão do óleo para os freios, controlada pelo firmware da bancada. Quando a válvula abre depressa, o óleo preenche o cilindro em pouco tempo e os freios reproduzem uma junta rígida. Se a válvula abre mais lentamente, reproduzem uma junta flexível.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a Força é dada em N (Newton) e a distância x em m (metros). Assim, o Torque obtido é dado em N.m (Newton x metro).

- *Definição de Junta Parafusada: Norma ISO 5393*

Denomina-se por junta parafusada o conjunto de elementos que são unidos através de um fixador rosqueado.

O objetivo de todo o projeto de uma junta parafusada é o de se obter a Força de União que mantenha os elementos unidos mesmo quando forças externas atuam sobre a mesma (*Norma ISO 5393*).

- *Conceito e Funcionalidade de Apertadeira Eletrônica Transdutorizada*

As apertadeiras eletrônicas foram desenvolvidas visando, principalmente, o melhor controle e precisão do processo de aperto associado à melhor ergonomia do operador. Atualmente, existem inúmeros tipos de ferramentas eletrônicas com os mais diferentes tipos de transdutores para a leitura do torque e ângulos aplicados pela mesma. O sistema de medição de torque mais preciso é o que utiliza transdutores a Strain Gage, associado a um sistema digital de transmissão de dados ao controlador. O controle sobre o motor eletrônico da apertadeira é efetuado através de um drive dotado de inversor que permite o total controle sobre o mesmo, inclusive com torque máximo com velocidade zero.

III. DISCUSSÃO

Este tópico foi dedicado ao desenvolvimento realizado em cada sequência da implementação do Controle Estatístico de Apertadeira em uma empresa automobilística. As etapas que seguem abaixo, foram acompanhadas para a implementação:

- 1 - Direcionamento do Projeto;
- 2 - Planejamento da implementação Controle Estatístico de Apertadeira;
- 3 - Treinamento;
- 4 - Implementação efetiva;
- 5 - Consolidação e acompanhamento diário;
- 6 - Limites de Controle;
- 7 - Limites de Controle CEA.

- *Definição do Projeto*

O projeto selecionado para este artigo em questão são os equipamentos que executam torques em características críticas no processo de montagem de juntas parafusadas de ônibus e caminhões. Os objetivos da implementação foram: melhoria nos níveis de qualidade dos equipamentos utilizados para apertos, redução na variabilidade desses equipamentos garantindo assim a variável máquina, e redução de custos em

manutenções corretivas dos equipamentos e retrabalhos no produto final (ônibus e caminhões).

Para o desenvolvimento da Implementação do Controle Estatístico de Apertadeiras foi desenvolvido um grupo (equipe) entre as áreas de Manutenção, Qualidade Assegurada, Engenharia de Manufatura e Operações (produção).

- *Planejamento da Implementação do Controle Estatístico de Apertadeira*

As fases de Implementação contaram com reuniões entre Manutenção, Engenharia de Manufatura e Qualidade Assegurada. Nessa etapa é importante o envolvimento com a linha de montagem, para que possa ser promovida e se fazer conhecida a sistemática do CEA, assim como o sucesso de sua implementação.

- *Treinamento*

O treinamento em CEA - Controle Estatístico de Apertadeira foi ministrado para supervisores, gerentes, encarregados, analistas e operadores em todos os setores que abrangem a montagem de juntas parafusadas e que tenham apertadeiras que executam torques críticos.

- *Implementação Efetiva*

- Início Monitoramento Diário*

As coletas foram realizadas nos postos pré-determinados diariamente por meio de uma bancada torciométrica BLM e os dados imputados em planilha do CEA, onde foi verificada a dispersão entre painel e bancada auditora.

- Cálculo Limites de Controle CEA*

Os cálculos dos Limites de Controle do CEA, após a estabilização das cartas de controle sofrerão novos recálculos, quando encontradas causas assinaláveis, ou seja, causas especiais, para que as mesmas possam voltar a normalidade. É necessária uma quantidade de pelo menos 125 apertos, ou seja, 125 valores para que tenham início os estudos para esses cálculos.

- *Limites de Controle*

Os limites de controle de um processo são indicadores que mostram se o processo/equipamento está sob controle estatístico ou não. São escolhidos de forma que, se todos os pontos estiverem recaindo dentro dos limites de controle Superior (LCS) e dos limites de controle inferior (LCI), ou seja, quando trabalhando a três desvios padrões para mais ou para menos, haverá uma probabilidade de 99,73% recaírem nesta área. Quando estiver apresentando este comportamento é sinal de que está sob controle estatístico, dispensando qualquer ajuste no processo/equipamento.

Os limites de controle são calculados para que seja possível visualizar o comportamento das médias e das amplitudes dos subgrupos. O estudo da variação do processo/equipamento deve-se a causas comuns ou a causas especiais atuando sobre os mesmos. Seguem, logo abaixo, fórmulas para o cálculo da média dos subgrupos e amplitude média.

$$\bar{X} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k} \quad (6)$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} \quad (7)$$

(fórmula criada por **Arquitas de Tarento**)

• *Limites de Controle CEA*

No presente artigo foram utilizadas cartas de controle do tipo X/R, onde a intenção foi analisar o comportamento da variável máquina em um espaço de tempo. Os limites de controle para as cartas do CEA - Controle Estatístico de Apertadeiras se basearam em uma norma utilizada por uma empresa do ramo automobilístico em que, para todos os equipamentos de aperto transdutorizado, a dispersão é de 7,5% conforme critérios de aceitação da mesma.

Para definição dos limites de controle do CEA, com base nos dados coletados de aperto pela apertadeira, houve a necessidade de uma análise em conjunto com a Engenharia e Qualidade, pois o resultado obtido ficou muito próximo ao nominal da especificação, podendo levar a várias intervenções do equipamento, aumentando os custos de manutenção. Com o *input* dos dados no gráfico podemos evidenciar a situação acima descrita.

O CEA - Controle Estatístico de Apertadeiras é uma análise onde se mensura o comportamento dos equipamentos dentro do processo de montagem de juntas parafusadas em ônibus e caminhões verificando e confrontando os valores descritos em painéis de controle com os valores encontrados em um padrão rastreável (Bancada Torciométrica BLM). O erro de indicação é calculado fazendo a relação percentual do valor do painel menos o padrão com o valor do padrão como segue abaixo na equação (8).

$$\text{Erro de Indicação} = \frac{\text{painel} - \text{padrão}}{\text{padrão}} * 100 \quad (8)$$

• *Cartas de Controle CEA*

A análise das cartas de controle possibilita a identificar se o processo está ou não sob controle, o que significa a ausência de causas especiais de variação. Quando um processo ou equipamento está controlado, ocorre um padrão normal de variação, pois os pontos distribuem-se aleatoriamente ao redor da média, indicando a ausência de tendências crescentes ou decrescentes, ciclos ou pontos que ultrapassem os limites de controle.

• *Estudo de Caso: Uma Característica Crítica*

Para este estudo de caso foi utilizada uma característica crítica das quarenta e duas existentes. Observou-se que cartas de controle do CEA (dispersão padrão x painel) e a equivalente, somente com os valores do padrão (carta X/R) apresentaram o poder das cartas quanto à identificação de causas especiais no decorrer do tempo.

As cartas de controle do CEA são expressas em porcentagem por se tratar de dispersão entre dois instrumentos - painel e bancada torciométrica.

IV. CONCLUSÃO

O presente artigo apresentou a realização do controle estatístico de apertadeiras em uma empresa montadora de ônibus e caminhões situada no Sul Fluminense. O principal objetivo está na satisfação do cliente e a garantia da variável

máquina dentro do processo de montagem de juntas parafusadas para ônibus e caminhões.

Para êxito do controle estatístico de apertadeiras foi necessário o comprometimento de todos envolvidos desde a alta gerência até funcionários envolvidos nas áreas operacionais e de processos.

Na etapa de implementação do CEA foi utilizado um PDCA que evidenciou as etapas a serem seguidas para o total sucesso na implementação da sistemática do monitoramento.

Das quarenta e duas características estudadas atualmente nessa empresa, o estudo de caso utilizou uma característica mostrada por meio de cartas do CEA e cartas de valores individuais, situações anteriores à implementação e posterior à mesma, com comparativo e estudo de capacidade do equipamento envolvido.

Por meio dos dados coletados e analisados nas características descritas acima, verificou-se que as melhorias foram nítidas quanto à capacidade do equipamento e satisfação do cliente. Após implementação se tornou uma ferramenta de qualidade com dados históricos do equipamento e melhoria contínua, dentro do processo de montagem de juntas parafusadas, na montagem de ônibus e caminhões.

Todos os resultados não satisfatórios encontrados podem ser atribuídos ao não conhecimento do processo de juntas parafusadas e à falta de formação de grupos voltados aos estudos de torque dentro da empresa.

Com essa sistemática implementada são diminuídas as ações corretivas nestes equipamentos e o trabalho obedeceu a uma forma padronizada e ocorreu de acordo com normas e padrões rastreáveis, atingindo um alto índice de satisfação dos clientes.

V. REFERÊNCIAS

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 5393:1994**: Rotary tools for threaded fasteners - Performance test method. Genebra, 1994.
- KHATER, Evaldo. **Confiabilidade Aplicada à Manutenção**. Instituto Superior de Tecnologia, São João Del Rei, 2009.
- KNEZEVIC, Jezdmir. **Reliability, Maintainability and Supportability**. A probabilistic approach. McGraw - Hill, Berkshire, 1993.
- ROSA, Claudia; BIANCHINI, Z.; MANSK, Raphael; Aplicação do Controle Estatístico de processos para avaliar a eficiência de equipamento de envase de produtos granulados. **Revista Sodebras [on line]**. v.13, n.156, Dez./ 2018, p. 112-117. ISSN 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.13.2018.156.112>.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: atlas, 2002, 747 p.
- TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. A. A.; Mergulhão, R. C.; Mendes, G. H. S. **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2013.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 16/06/2019

Aprovado em: 16/07/2019

USO DE AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A PAVIMENTAÇÃO

USE OF RECYCLED AGGREGATES FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR PAVING

TRANNIN, I. C. B.¹; PANCIERI, T. A.²

^{1,2} FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARATINGUETÁ, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

isabel.c.trannin@unesp.br; tarcisiopancieri@hotmail.com

Resumo – Este estudo avaliou o potencial de uso de agregados reciclados de resíduos da construção e demolição (RCD) em obras de pavimentação. Amostras de RCD e de agregados reciclados foram analisadas por ensaios de granulometria, compactação, Índice de Suporte Califórnia (CBR) e expansão. Após o balanceamento granulométrico, misturas contendo diferentes proporções de agregados reciclados (brita, pedrisco e areia), foram analisadas quanto aos requisitos estabelecidos pelas normas brasileiras. Todas as misturas de agregados reciclados atenderam às normas NBR 15115/04, NBR 15116/04, DNIT 141/010 e DER-SP ET-DE-P00/010, com elevado potencial de uso em obras de pavimentação. O uso de agregados reciclados em pavimentação, além de contribuir para a gestão adequada dos RCD, poderá reduzir a extração de recursos minerais e, portanto, contribuir para a sustentabilidade do setor.

Palavras-Chave: Resíduos Sólidos. Reciclagem. Sustentabilidade.

Abstract – This study evaluated the potential use of recycled aggregates from construction and demolition waste (CDW) in paving. Samples of CDW and recycled aggregates were analyzed by granulometry, compaction, California Bearing Ratio (CBR) and expansion assays. After granulometric balancing, mixtures containing different proportions of recycled aggregates (gravel, small stones and sand) were analyzed for the requirements established by Brazilian standards. All mixtures of recycled aggregates attended the NBR 15115/04, NBR 15116/04, DNIT 141/010 and DER-SP ET-DE-P00/010 standards, showing high potential for use in paving. The recycled aggregates use in paving, besides contributing to the CDW management, could reduce the extraction of mineral resources and contribute to the sustainability of the sector.

Keywords: Solid Waste. Recycling. Sustainability.

I. INTRODUÇÃO

A qualidade ambiental, a preservação dos recursos naturais e a busca por sustentabilidade têm sido temas muito discutidos em todas as esferas da sociedade atual. Isso porque a extração e a degradação dos recursos naturais, provocadas pelas atividades antrópicas, têm atingido índices alarmantes, devido, principalmente, à disposição inadequada dos resíduos gerados. Neste sentido, a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário

ao nosso país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado de resíduos, incentivando a produção e o consumo sustentável, propondo práticas de reciclagem e de reutilização de resíduos sólidos e a destinação adequada de rejeitos (BRASIL, 2010).

A construção civil é, mundialmente, uma das atividades de maior importância social e econômica, mas também é uma das que mais geram resíduos, além de consumir grandes quantidades de recursos minerais. No Brasil, a construção civil tem como principal material aplicado em todas as suas obras, os agregados, que além de se tratar de recursos não renováveis, são provenientes de métodos de extração que impactam o ambiente. Nos últimos anos, estudos têm sido desenvolvidos para viabilizar a reciclagem dos resíduos da construção e demolição (RCD) na forma de “agregados reciclados”, em padrões de qualidade que atendam as normas brasileiras específicas para as diferentes aplicações, substituindo em parte ou totalmente os recursos naturais utilizados como matérias primas. De acordo com a classificação da Resolução Conama nº 307/2002, os RCD com potencial de uso como agregados recicláveis são os de classe A (BRASIL, 2002).

Cardoso et al. (2016), relatam que muitos estudos comprovam que o desempenho dos agregados reciclados é comparável ao de agregados naturais, podendo ser empregados na execução de camadas não ligadas de pavimentos ou em outras aplicações que requerem compactação, sendo essa, a alternativa mais difundida. Carneiro et al. (2001), afirmam que o uso de agregados reciclados em pavimentação apresenta diversas vantagens, entre elas, a possibilidade de uso de quantidades significativas destes agregados, a simplicidade nos processos de execução da pavimentação e a utilização da maior parte do material em granulometria graúda, o que reduz os custos com o beneficiamento do material.

O uso de agregados reciclados na construção pode contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável, além de gerar novas oportunidades de mercado a ser explorada (CARDOSO et al., 2016). No entanto, devido a grande necessidade de gestão e manejo correto dos RCD, algumas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foram implementadas, como a NBR

15115/2004 e a NBR 15116/2004, que tratam do uso de agregados reciclados de RCD em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Além destas normas da ABNT, para que os agregados reciclados possam ser utilizados em pavimentação é necessário que atendam aos padrões estabelecidos pelas normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT 141/2010 e do Departamento de Estradas de Rodagem – DER-SP ET-DE-P00/010.

Este estudo teve como objetivo avaliar amostras de agregados reciclados de RCD fornecidas pela empresa AB Areias de Pindamonhangaba (SP) quanto ao atendimento dos requisitos básicos estabelecidos pelas normas brasileiras para aplicação em obras de infraestrutura e execução de base e sub-base de pavimentos.

II. METODOLOGIA

Amostras de RCD e de agregados reciclados fornecidas pelo Grupo AB Areias, de Pindamonhangaba, estado de São Paulo, foram analisadas quanto ao potencial de uso em pavimentação. Nesta empresa, os RCD são triados para a separação das partículas de solo dos resíduos de Classe A, conforme Resolução Conama nº 307/2002. No processo de reciclagem, os resíduos de Classe A passam por britagem, triagem magnética para eliminar componentes metálicos presentes no concreto e peneiramento, para classificação granulométrica e retornam à indústria da construção civil, como agregados reciclados. Os resíduos de Classe B segregados na triagem são direcionados à indústria de reciclagem.

Os agregados reciclados gerados pelo Grupo AB Areias foram avaliados quanto aos requisitos para uso em pavimentação estabelecidos pelas normas NBR 15115/2004 e NBR 15116/2004 (ABNT, 2004). De acordo com estas normas, o agregado reciclado pode ser utilizado em pavimentação, desde que proveniente de material Classe A e que atenda aos requisitos: composição granulométrica não uniforme e bem graduada, com Coeficiente de Uniformidade (Cu), que é a razão entre os diâmetros que correspondem a 60% (D60) e a 10% (D10) do material passante ≥ 10 ; com dimensão máxima dos grãos de 63,5mm (tolerância de 5% da porcentagem retida, em massa, na peneira de 63,5mm), limitada a 2/3 da espessura da camada compactada e material passante na peneira de 0,42mm ($n^{\circ}40$) entre 10% e 40%.

Os agregados reciclados são classificados quanto ao tipo de aplicação na execução de camadas de pavimentos, segundo parâmetros de capacidade de suporte avaliados pelo Índice de Suporte Califórnia (CBR) e expansibilidade, conforme metodologias de ensaios descritas na norma NBR 9895 da ABNT e devem atender aos requisitos para uso em pavimentação estabelecidos pela NBR 15116/04 (Tabela 1).

Tabela 1 – Requisitos específicos para agregado reciclado destinado à pavimentação, conforme NBR 15116/04.

Tipo de camada	CBR (%)	Expansão (%)	Energia de compactação
Reforço de subleito	≥ 12	$\leq 1,0$	Normal
Sub-base	≥ 20	$\leq 1,0$	Intermediária
Base ¹	≥ 60	$\leq 0,5$	Intermediária ou Modificada

¹ Permitido o uso como material de base somente para vias de tráfego com $n \leq 10^6$ repetições do eixo padrão de 8,2 tf (80 kN) no período de projeto.

Na avaliação do potencial de uso destes agregados reciclados em pavimentação, também foram aplicados os padrões determinados pelas normas DNIT 141/2010 e DER-SP ET-DE-P00/010. Para isso foi realizada a análise de estabilização granulométrica, empregando-se o método gráfico de Rothfuchs, visando a adequação do material, para atendimento da Norma DNIT 141/2010 – ES (Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente – Especificação de serviço), e aplicadas as faixas A e B, indicadas na Especificação Técnica DER-SP ET-DE-P00/010 (sub-base ou base de bica corrida). Assim, os agregados reciclados caracterizados como: brita 1 (diâmetro médio = 14mm); brita 2 (diâmetro médio = 22mm); pedrisco (diâmetro médio = 7mm) e areia (diâmetro < 4,8mm) foram misturados em diferentes proporções: *Mistura 1*: 35% areia + 25% de brita 2 + 40% brita 1 – Faixa A do DNIT 141/2010; *Mistura 2*: 60% areia + 20% brita 2 + 25% brita 1 – Faixa A do DER-SP ET-DE-P00/010 e; *Mistura 3*: 60% areia + 20% brita 2 + 25% brita 1 – Faixa B do DER-SP ET-DE-P00/010.

III. RESULTADOS

Inicialmente foram avaliadas quatro amostras de RCD sem beneficiamento, com elevada heterogeneidade, coletadas no pátio do Grupo AB Areias, cujas características podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1 – Amostras de RCD sem beneficiamento, coletadas no pátio do Grupo AB Areias de Pindamonhangaba (SP)



Fonte: Autores.

De acordo com os resultados das análises granulométricas, foi possível verificar que as amostras 2 e 3 de RCD, mesmo sem beneficiamento, atenderam alguns parâmetros, como coeficiente de uniformidade e porcentagem passante em peneira 0,42 mm. Quanto à

dimensão máxima dos grãos, somente a amostra 3 não atendeu aos requisitos estabelecidos pelas normas brasileiras (Tabela 2).

Tabela 2 – Características granulométricas das amostras de RCD sem beneficiamento

Parâmetros	Amostras de RCD sem beneficiamento				NBR 15116
	1	2	3	4	
D10 (mm)	12,0	0,4	0,4	4,5	
D60 (mm)	30,0	9,6	21,0	12,0	
Cu ¹ (D60/D10)	2,5	25,9	52,5	2,7	≥10
% Passante em #40	0,0	11,3	10,6	1,1	10 ≤ a ≤ 40
% Passante em #200	0,0	1,7	1,6	0,3	
D _{max} ² (mm)	63,5	63,5	80,0	30,0	63,5mm

¹Cu: Coeficiente de Uniformidade; ²D_{max}: Dimensão máxima dos grãos
Fonte: Autores.

Na Tabela 3 são apresentados os parâmetros de compactação (Proctor), Índice de Suporte Califórnia (CBR), Expansão e Índice de Degradação obtidos para as amostras de RCD sem beneficiamento.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros de compactação (Proctor), Índice de Suporte Califórnia (CBR) e de Expansão, obtidos para as amostras de RCD sem beneficiamento

Parâmetros		Amostras de RCD			
		1	2	3	4
Proctor Normal (PN)	$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (g cm ⁻³)	1,8	1,8	1,8	1,8
	W _{ót} (%)	14	15	16	16
Proctor Intermediário (PI)	$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (g cm ⁻³)	1,8	1,8	1,8	1,8
	W _{ót} (%)	12	13	14	15
Proctor Modificado (PM)	$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (g cm ⁻³)	1,8	1,8	1,8	1,8
	W _{ót} (%)	10	10	9	13
CBR – PN	%	55	36	52	22
CBR – PI	%	76	50	65	26
CBR – PM	%	80	61	70	30
Expansão – PN	%	0	0	0	0
Expansão – PI	%	0	0	0	0
Expansão – PM	%	0	0	0	0

Massa específica aparente seca máxima – $\gamma_{dm\acute{a}x}$; Umidade ótima – W_{ót}.
Fonte: Autores.

De acordo com estes resultados verificou-se que todas as amostras, mesmo sem beneficiamento, atenderam aos requisitos estabelecidos pela NBR 15116/04 quanto ao Índice de Suporte Califórnia (CBR) para uso em pavimentação, como reforço de subleito, revestimento primário e sub-base em todos os ensaios de compactação, apresentando restrições para uso em execução de base de pavimento quando aplicou-se a energia de compactação normal; o que também foi identificado para a amostra 4, em todos os ensaios e para a amostra 2 submetida à energia de compactação intermediária. Leite et al. (2011) também observaram que a composição dos RCD e a energia de compactação influenciam as propriedades físicas dos agregados reciclados. Estes autores verificaram que o processo de compactação promoveu esmagamento e quebra parcial das partículas de agregados reciclados, alterando a distribuição granulométrica e aumentando a porcentagem de grãos cúbicos. Esta alteração física contribuiu para a densificação dos agregados e, conseqüentemente, melhorou a capacidade de suporte, o módulo de resiliência e a resistência à deformação permanente. Os autores concluíram que os agregados reciclados poderiam ser utilizados como base e sub-base de pavimentos.

Quando à expansibilidade, todas as amostras atenderam aos requisitos estabelecidos pela NBR 15116/04 para uso em reforço de subleito, como revestimento primário e execução de sub-base e base de pavimentos.

Embora estes resultados preliminares tenham sido favoráveis ao uso dos RCD sem beneficiamento, em pavimentação, estes materiais passaram por triagem e beneficiamento e, destas quatro amostras, resultaram os agregados reciclados caracterizados como: amostra 1 – brita 1 (diâmetro médio = 14mm); amostra 2 – brita 2 (diâmetro médio = 22mm); amostra 3 – pedrisco (diâmetro médio = 7mm); e amostra 4 – areia (diâmetro menor que 4,8mm), cujas características podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 – Amostras de agregados reciclados de RCD fornecidas pela empresa AB Areias de Pindamonhangaba (SP)



Fonte: Autores.

Estes agregados reciclados não atenderam aos requisitos granulométricos estabelecidos pelas normas brasileiras, quanto ao coeficiente de uniformidade e ao percentual de material passante em peneira de 0,42 mm (Tabela 4).

Tabela 4 – Características granulométricas dos agregados reciclados

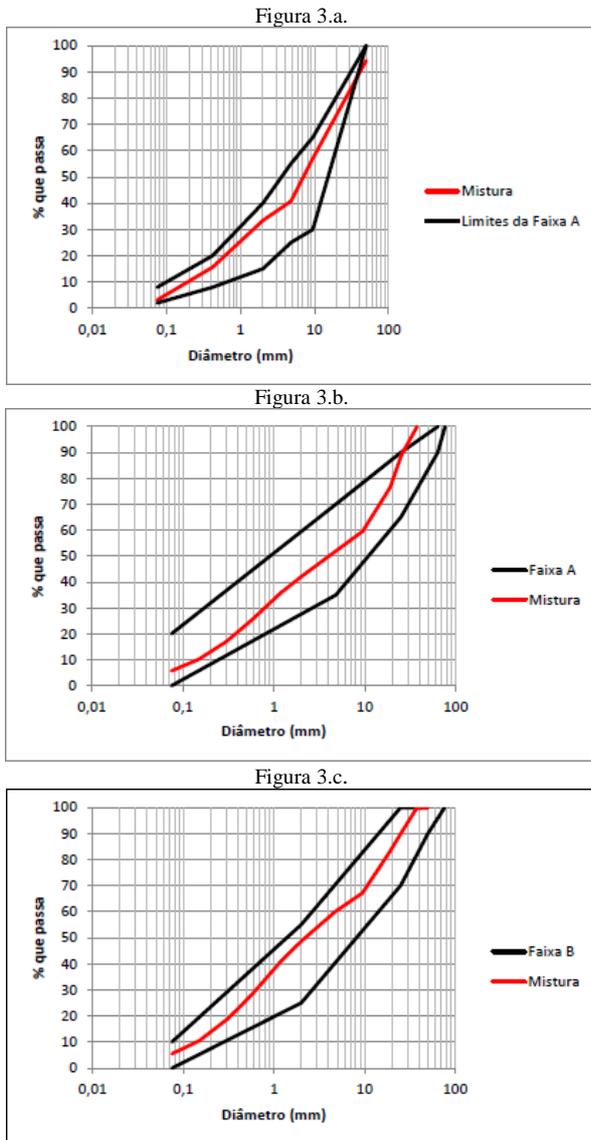
Parâmetros	Agregados Reciclados ¹				NBR 15116/04
	Brita 1	Brita 2	Pedrisco	Areia ²	
D10 (mm)	4,0	18,0	4,5	4,5	
D60 (mm)	11,0	26,0	7,0	12,0	
Cu ³ (d60/d10)	2,8	1,4	1,6	2,7	≥10
% Passante em #40	2,02	0,0	0,0	1,1	10 ≤ a ≤ 40
% Passante em #200	0,0	0,0	0,0	0,3	
D _{max} (mm)	25,4	50,0	19,0	30,0	63,5mm

¹Brita 1 (diâmetro médio = 14mm); Brita 2 (diâmetro médio = 22mm); Pedrisco (diâmetro médio = 7mm) e Areia (diâmetro médio < 4,8mm). ²A areia não necessitou de beneficiamento; ³Cu: Coeficiente de Uniformidade; ⁴D_{max}: Dimensão máxima dos grãos.

Fonte: Autores.

Para atendimento dos requisitos estabelecidos pelas normas do DNIT e do DER foram propostas e analisadas misturas dos agregados reciclados em diferentes proporções: **Mistura 1**: 35% areia + 25% de brita 2 + 40% brita 1 – Faixa A do DNIT 141/2010; **Mistura 2**: 60% areia + 20% brita 2 + 25% brita 1 – Faixa A do DER-SP ET-DE-P00/010 e; **Mistura 3**: 60% areia + 20% brita 2 + 25% brita 1 – Faixa B do DER-SP ET-DE-P00/010. Como pode ser observado na Figura 3, todas as misturas de agregados reciclados atenderam às faixas granulométricas estabelecidas pelas normas DNIT 141/2010 e DER-SP ET-DE-P00/010.

Figura 3 – Curvas granulométricas: a. Mistura 1, com faixa A de limite de distribuição granulométrica da norma 141/010 DNIT; b. Mistura 2, com faixa A de limite de distribuição granulométrica da norma DER-SP ET-DE-P00/010; c. Mistura 3, com faixa B de limite de distribuição granulométrica da norma DER-SP ET-DE-P00/010



Fonte: Autores

Todas as misturas de agregados reciclados submetidas aos ensaios de compactação, Índice de Suporte Califórnia (CBR) e de Expansão atenderam aos requisitos estabelecidos pela NBR 15116/04, para uso em obras de pavimentação (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados dos ensaios de compactação (Proctor), Índice de Suporte Califórnia (CBR) e Expansão das misturas de agregados reciclados

Mistura	Energia de Compactação	Proctor		CBR (%)	Expansão (%)
		γ_d (g cm ⁻³)	$W_{ót}$ (%)		
1	Intermediária	1,91	9,5	132	0
	Modificada	1,95	9,0	172	0
2	Intermediária	1,87	11,0	110	0
	Modificada	1,90	9,5	121	0
3	Intermediária	1,85	11,5	112	0
	Modificada	1,89	10,0	116	0

Massa específica aparente seca (γ_d); Umidade ótima ($W_{ót}$)

Fonte: Autores.

Estes resultados evidenciaram que as misturas dos agregados reciclados de RCD fornecidos pela empresa AB Areias, atenderam aos requisitos estabelecidos pelas normas brasileiras, apresentando excelente potencial de uso em obras de pavimentação.

Do ponto de vista técnico, vários estudos comprovam que o agregado reciclado possui desempenho mecânico satisfatório para utilização em camadas de pavimentos. Arulrajah et al. (2014) avaliaram as características de resistência ao cisalhamento e verificaram que os RCD compactados apresentaram potencial de uso em execução de base e sub-base de pavimento, por possuírem os ângulos mínimos de atrito efetivos necessários. Estes autores destacaram que agregados reciclados de concreto, tijolo triturado e resíduos de escavação de rochas, em particular, atenderam aos requisitos físicos e de resistência ao cisalhamento para agregados em aplicações de base e sub-base de pavimento.

Leite et al. (2011) verificaram por meio de ensaios de módulo de resiliência que os agregados reciclados de RCD apresentaram comportamento similar aos agregados naturais. Apesar disso, vários autores afirmam que as propriedades dos agregados reciclados têm influência direta sobre o desempenho de camadas granulares não ligadas de pavimentos (PARK, 2003, MOLIN; LARSSON; ARVIDSSON, 2004, POON; CHAN, 2006, MELBOUCI, 2009, FERNANDES, GOMES, GONÇALVES, 2009, LEE et al., 2009, GOKCE et al. 2011, LEITE et al., 2011, VEGAS et al., 2011, BARBUDO et al., 2012; JIMÉNEZ et al., 2012; TAHMOORIAN; SAMALI, 2018) sendo necessária uma análise prévia dos requisitos exigidos pelas normas de pavimentação. Cardoso et al. (2016) relatam que a relação entre as propriedades dos agregados e os problemas observados nos pavimentos são várias e destacam que as rachaduras por fadiga, sulcos, depressões e fraturas, em consequência dessa relação, podem resultar no fraco desempenho de camadas não ligadas de base e sub-base, que podem levar a falhas ou a deformações importantes que comprometem o desempenho do pavimento.

Do ponto de vista econômico e de desenvolvimento sustentável, a reciclagem dos RCD de Classe A, na forma de agregados é de extrema importância por diminuir o consumo de recursos naturais não renováveis, os custos com a exploração de novos depósitos minerais e os impactos ambientais relacionados à emissão de CO₂ (GHANBARI; ABBASI; RAVANSHADNIA, 2017). Carneiro et al. (2001) apontam algumas vantagens econômicas da utilização de agregados reciclados de RCD, em camadas de base e sub-base de pavimentos, entre elas, a possibilidade de uso de grandes quantidades destes agregados, em maior parte, graúdos e diminuição dos custos com beneficiamento. Perina e Trannin (2019) verificaram que durante o período de execução da alvenaria estrutural, os principais resíduos gerados no canteiro de obras da CDHU do distrito de Moreira Cesar, no município de Pindamonhangaba (SP) foram concreto e bloco (51%) e madeira (22%). Na etapa de revestimento houve predomínio dos componentes: argamassa (38%), gesso (26%), solo e areia (23%). Os resíduos, concreto, bloco e argamassa, corresponderam a 67% do total de RCD gerados no período avaliado e, como pertencem à Classe A, poderiam ser beneficiados e transformados em agregados reciclados pela Empresa AB Areias, cujos materiais foram avaliados no atual estudo, considerando que esta recicladora está localizada a poucos

quilômetros desse canteiro de obras, o que viabilizaria o transporte. No entanto, mesmo com o aparato técnico das normas da ABNT, específicas para o uso de agregados reciclados de RCD em obras de construção civil e, apesar das exigências cada vez maiores por parte dos órgãos ambientais para que medidas sustentáveis sejam tomadas em relação a estes resíduos, as autoras verificaram que um volume médio de 76,42 m³ mês⁻¹ de RCD, equivalente a 2,55 m³ dia⁻¹, gerados no canteiro de obras da CDHU, no período avaliado, foram enviados ao aterro municipal, havendo grande perda de materiais. Nesse aspecto, vale salientar que, embora a preocupação com a gestão adequada dos RCD não seja recente, e que o emprego de agregados reciclados não represente inovação tecnológica, a prática de reciclagem destes resíduos ainda é incipiente no Brasil.

A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON, em seu Relatório de Pesquisa Setorial 2017/2018, estimou que até o final de 2018 existiam cerca de 400 usinas de reciclagem de entulho no Brasil, e que estas ainda enfrentavam resistência do público consumidor quanto ao uso de agregado reciclado (ABRECON, 2018). Essa associação estimou que o agregado reciclado poderá atingir cerca de 5% do total de agregados comercializados no mercado da construção civil em 2019, com valor de venda, cerca de 10% inferior ao do agregado natural. Frasson e Paschoalin Filho (2017) verificaram, por meio de pesquisa de opinião, que a resistência ao uso de agregados reciclados apontadas pelos entrevistados foram: falta de conhecimento do público consumidor, ausência de incentivos fiscais, pouca fiscalização, falta de divulgação das vantagens econômicas, ambientais, técnicas e sociais da utilização destes materiais, falta de controle de qualidade eficiente por parte das usinas de reciclagem dos produtos fornecidos e ausência de especificações para projetos executivos de engenheiros e projetistas. E, concluíram que a utilização dos agregados reciclados é importante para a inserção da variável ambiental no setor da construção civil, sendo as usinas de reciclagem importantes agentes neste processo, cabendo a estas, a produção de agregados que atendam aos requisitos estabelecidos pelas normas técnicas; aos engenheiros e técnicos, a função de buscar conhecimentos sobre as vantagens do uso dos agregados reciclados nas obras, por meio de especificações de serviços e elaboração de projetos executivos alinhados com a utilização destes materiais e à ABRECON a responsabilidade de divulgar ao mercado consumidor as vantagens da substituição do agregado natural pelo reciclado e motivar os municípios ao maior uso do material reciclado em obras públicas. Além disso, estes autores destacaram que em cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, a utilização de agregados reciclados em obras de pavimentação já é obrigatória. Apesar disso, a ABRECON relatou que até 2015 grande parte dos municípios brasileiros ainda destinavam os RCD a lixões ou locais irregulares, ao invés de reciclá-los, sendo que dos 84 milhões de metros cúbicos gerados por ano, somente 17 milhões, cerca de 20% destes resíduos eram reciclados (ABRECON, 2015).

Esse cenário evidencia a necessidade de publicações que divulguem a viabilidade técnica e econômica e os benefícios ambientais do uso de agregados reciclados em substituição total ou parcial aos agregados naturais, visando aumentar a aceitação deste material pelo mercado consumidor e a disseminação dessa prática no Brasil.

IV. CONCLUSÕES

As misturas de agregados reciclados, contendo: 1) 35% areia + 25% de brita 2 + 40% brita 1, atendeu a Faixa A de granulometria da norma do DNIT 141/2010; 2) 60% areia + 20% brita 2 + 25% brita 1, atendeu a Faixa A de granulometria da norma do DER-SP ET-DE-P00/010 e, 3) 60% areia + 20% brita 2 + 25% brita 1, atendeu a Faixa B de granulometria da norma do DER-SP ET-DE-P00/010.

Todas as misturas de agregados reciclados atenderam aos requisitos da NBR 15116/04 para agregado destinado à pavimentação.

O uso de agregados reciclados em pavimentação, em padrões que atendam as normas brasileiras, é uma excelente estratégia para diminuir os impactos ambientais causados pelos resíduos de construção e demolição e pela extração de recursos naturais não renováveis e deve ser uma prática incentivada e disseminada.

V. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. **Relatório da Pesquisa Setorial 2014/2015**. ABRECON/UFPR. São Paulo, 2015. 30p. Disponível em: <https://www.abrecon.org.br/relatorio-pesquisa-setorial-20142015/> Acesso em: 14/07/2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. **Relatório da Pesquisa Setorial 2017/2018**. Disponível em: https://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/ Acesso em: 14/07/2019.

ARULRAJAH, A.; DISFANI, M.M.; HORPIBULSUK, S.; SUKSIRIPATTANAPONG, C.; PRONGMANEE, N. Physical properties and shear strength responses of recycled construction and demolition materials in unbound pavement base/subbase applications. **Construction and Building Materials**. v.58, p.245–257. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.115**: Agregados Reciclados de resíduos sólidos da Construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.116**: Agregados Reciclados de resíduos sólidos da Construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BARBUDO, A.; AGRELA, F.; AYUSO, J.; JIMÉNEZ, J.R.; POON, C.S. Statistical analysis of recycled aggregates derived from different sources for sub-base applications. **Construction and Building Materials**, v.28, n.1, p.129–138, 2012.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política nacional de resíduos sólidos. 2ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. Atualizada em 18/5/2012. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos

resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002.

CARDOSO, R.; SILVA R. V.; BRITO, J.; DHIR, R. Use of recycled aggregates from construction and demolition waste in geotechnical applications: A literature review. **Waste Management**, v.49, p.131-145, 2016.

CARNEIRO, A.P.; BURGOS, P.C.; ALBERTE, E.P.V. **Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO – DER-SP. **DER-SP ET-DE-P00/010 – Sub-base ou base de bica corrida**. 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **DNIT 141/10-ES: Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço**. 2010.

FERNANDES, E.M.; GOMES, S.; GONÇALVES, F. **Recycled aggregates for unbound sub-base pavement layers** (in Portuguese). In: Elsamex Portugal S.A. (Ed.), Elsamex Portugal, S.A., Aveiro, Portugal, pp. 15. 2009.

FRASSON, S.A.; PASCHOALIN FILHO, J.A. **A Utilização dos Agregados Reciclados na Ótica de Profissionais do Setor da Construção Civil e Gestores de Usinas de Reciclagem de Entulho (URE)**. VI Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade/V Encontro Luso-Brasileiro de Estratégia. VI SINGEP/V ELBE. 2017.

GHANBARI, M.; ABBASI, A.M.; RAVANSHADNIA, M. **Economic and Environmental evaluation and optimal ratio of natural and recycled aggregate production** Advances in Materials Science and Engineering. 10pp. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/7458285>

GOKCE, A.; NAGATAKI, S.; SAEKI, B.; HISADA, M. Identification of frost-susceptible recycled concrete aggregates for durability of concrete. **Construction and Building Materials**, v.25, n.5, p.2426–2431. 2011.

JIMÉNEZ, J.R.; AYUSO, J.; AGRELA, F.; LÓPEZ, M.; GALVÍN, A.P. Utilisation of unbound recycled aggregates from selected CDW in unpaved rural roads. Resources, **Conservation & Recycling**, v.58, p.88–97. 2012.

LEE, Y.P.K.; HO, N.Y.; TAN, J.Y.; LEE, K.K.; FOO, S.Y.; ANG, S.S.M. **Beneficial use of recycled concrete aggregate for utility trench reinstatement**. In: 7th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology Bangkok, Thailand, pp.8. 2011.

LEITE, F.D.C.; MOTTA, R.D.S.; VASCONCELOS, K.L.; BERNUCCI, L. Laboratory evaluation of recycled construction and demolition waste for pavements. **Construction and Building Materials**, v.25, n.6, p.2972–2979. 2011.

MELBOUCI, B. Compaction and shearing behaviour study of recycled aggregates. **Construction and Building Materials**, v.23, n.8, p.2723–2730. 2009.

MOLIN, C.; LARSSON, K.; ARVIDSSON, H. **Quality of reused crushed concrete strength, contamination and crushing technique**. In: VÁZQUEZ, E.; HENDRIKS, C.;

JANSSEN, G.M.T. (eds.), International RILEM Conference on the Use of Recycled Materials in Buildings and Structures. **RILEM Publications**, Barcelona, Spain, p.150–155. 2004.

PARK, T. Application of construction and building debris as base and subbase materials in rigid pavement. **Journal of Transportation Engineering**. ASCE, v.129, n.5, p.558–563. 2003.

PERINA, J.M.; TRANNIN, I.C.B. Proposta para aproveitamento de resíduos da construção civil gerados em canteiros de obras. **Revista Sodebras [on line]**. v.14, n.159, p.192-197, 2019. ISSN 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.159.192>

POON, C.S.; CHAN, D.X. Feasible use of recycled concrete aggregates and crushed clay brick as unbound road sub-base. **Construction and Building Materials**, v.20, n.8, p.578–585. 2006.

TAHMOORIAN F., SAMALI, B. Laboratory investigations on the utilization of RCA in asphalt mixtures. **International Journal of Pavement Research and Technology**. v.11., n.6, p. 627-638, 2018.

VEGAS, I.; IBAÑEZ, J.A.; LISBONA, A.; SÁEZ DE CORTAZAR, A.; FRÍAS, M. Pre-normative research on the use of mixed recycled aggregates in unbound road sections. **Construction and Building Materials**, v.25, n.5, p.2674–2682. 2011.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 05/07/2019

Aprovado em: 16/07/2019

SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE DE ILUMINAÇÃO BASEADO EM SENSORES DE PRESENÇA E BLUETOOTH

AUTOMATED LIGHTING CONTROL SYSTEM BASED ON PRESENCE SENSORS AND BLUETOOTH

WYCTOR FOGOS DA ROCHA¹; MÁRIO MESTRIA¹

1 – COORDENADORIA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, CAMPUS VITÓRIA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO
AV. VITÓRIA, Nº 1729 - BAIRRO JUCUTUQUARA, 29040-780, VITÓRIA, ES – BRASIL
wyctor.fogos@gmail.com; mmestria@ifes.edu.br, mmestria@uol.com.br

Resumo - Nos últimos anos no Brasil, um problema que surgiu é o aumento do valor da conta de energia elétrica. Assim, surge a necessidade de revisar como a energia elétrica pode ser usada da melhor maneira. Neste trabalho, o objetivo do projeto é utilizar um microprocessador para automatizar o estado ligado/desligado das lâmpadas via Bluetooth, para reduzir o consumo de energia elétrica. Aplicação, por exemplo, podem variar como um corredor com lâmpadas acendendo e desligando uma a uma, assim como pode ser usado em garagens, escadas, salas de aula e galpões comerciais. Na literatura, nos últimos anos foram desenvolvidos projetos que reduzem o consumo de energia elétrica através de sistemas de automação. No entanto, nenhum projeto foi encontrado, do nosso conhecimento, que utiliza placa de desenvolvimento e dispositivos eletrônicos, ambos de baixo custo, e software livre para implantação em vias públicas.

Palavras-chave: Microprocessador. Automação de Projetos. Controle de iluminação. Custos. Sensores Infravermelhos. Bluetooth.

Abstract - In recent years in Brazil, one problem that has arisen is the increase of the value of the electric energy bill. So emerge the need of revising how electric energy can be used in the best way. In this work, the objective of the project is to use a microprocessor to automate on/off state of the lamps via Bluetooth, to reduce the consumption of electric energy. Application, for example, can range as a corridor with lamps turning on and off one by one, as it may be used in garages, staircases, classrooms, and commercial shed. In the literature, in the last years were developed about the projects that reduce the consumption of electric energy through the automation systems. However, no project was found, of our knowledge, which it uses development board and electronic devices, both with low cost, and free software for deployment on public streets.

Keywords: Microprocessor. Design automation. Lighting control. Costs. Infrared sensors. Bluetooth.

I. INTRODUÇÃO

Dentre os diversos desafios que surgem no mundo e no Brasil, nos últimos anos, destaca-se o aumento nas contas de energia elétrica. Isso gera uma necessidade da revisão de como a energia pode ser utilizada da melhor forma, a fim de se evitar o seu desperdício.

Segundo ABESCO (Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Conservação de Energia), o Brasil tem perdas anuais por volta de mais de dez bilhões de reais,

como resultado do mau uso da energia gerada anualmente ABESCO (2018). Desta forma, gerou-se a necessidade de sistemas de controle que minimizassem essas perdas (COLAK *et al.*, 2012).

Em diversos ambientes residenciais e comerciais as luzes, os ventiladores, dentre outros equipamentos elétricos são inadvertidamente ligados. Pessoas estão esquecendo-se de desligar os aparelhos elétricos enquanto saem desses ambientes. Isso resulta em perda de energia e consequentemente de valores econômicos.

Para auxiliar na economia de energia estão sendo utilizadas cada vez mais tecnologias capazes de projetar sistemas automatizados. Esses sistemas corroboram em benefício da vida das pessoas e contribui para a comunidade em geral (ALBELA *et al.*, 2016), (KARTHIKEYAN; SARAN SRIRAM; PIYUSH, 2018), (PIYARE; TAZIL, 2011) e (MUMTAZ, 2018). Aplicações de economia de energia são, por exemplo, desde um corredor com lâmpadas acendendo e apagando uma a uma através de um sistema de controle, até sistemas automatizados para garagens, escadas, sala de aulas e galpões comerciais.

Dentre as tecnologias de sistemas automatizados podemos citar as que são de custos reduzidos: uso de celular de pouca valia financeira, placas de desenvolvimento, sensores de presença, transdutores e relés. Aliado a isso, modos de tecnologia de comunicação com conexões sem fio (ondas de rádio, Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee e Z-Wave) estão de fácil disponibilidade no mercado (DAMKONDE, 2018).

As placas de desenvolvimento mais popular são o Arduino. Segundo Ferroni *et al.* (2015) o Arduino pode ser conectado a LED (*Light Emitting Diode*), displays de matriz de pontos, botões, interruptores, motores, sensores de temperatura, sensores de pressão, sensores de distância, receptores GPS (*Global Positioning System*), módulos Ethernet ou qualquer outro dispositivo que emita dados ou possa ser controlado.

A programação para a placa do Arduino é através da sua IDE (*Integrated Development Environment*), um software livre (regido num projeto *copyleft*) no qual pode escrever o código numa linguagem baseada em linguagens de programação C/C++ e permite uma comunicação serial. Diversas aplicações foram desenvolvidas utilizando Arduino (SIMÕES *et al.*, 2018), (LEITE *et al.*, 2019) e (LOBATO *et al.*, 2019).

Uma das propostas desse trabalho é que possa vir a ser realizado com um baixo custo e executado, por exemplo, com a placa de desenvolvimento Arduino (FERRONI *et al.*, 2015). Além disso, o Arduino permite módulos adicionais, como sensor de presença e receptores de sinais via *Bluetooth*, podendo ser necessário o uso de módulos de sinal Wi-Fi em trabalhos futuros sem grandes alterações no projeto.

Dessa forma, esse trabalho propõe um sistema automático de controle de iluminação via *Bluetooth* Mon (2015) com a finalidade de economizar energia e dinheiro. O trabalho terá dois cenários a serem estudados: interno com sensores detectando presença de pessoas e externo com sensores captando movimento de automóveis.

Iremos primeiro aplicar em um cenário interno dentro de laboratório com uso de lâmpadas incandescentes e em seguida, estender nosso trabalho a um cenário externo em vias públicas. Esse último cenário será em logradouros com os sensores atuando, de acordo a passagem de automóveis, e alternando os estados das lâmpadas tipo multivapor metálico.

Na literatura podem ser encontrados diversos artigos que apresentam sistemas de automação inteligente para economia de energia (KNOBLOCH; BRAUNSCHWEIG, 2017), (KUMAR *et al.*, 2016), (MOURI *et al.*, 2015), (OZADOWICZ; GRELA, 2017) e (SELVARAJ, 2017). A diferença para o nosso sistema proposto envolve placa de desenvolvimento, dispositivos de baixo custo, uso de *software* livre e interface amigável. Além disso, serão realizados diversos testes em cenários diferentes com os sensores captando em diferentes escopos: interno e externo, descrito anteriormente.

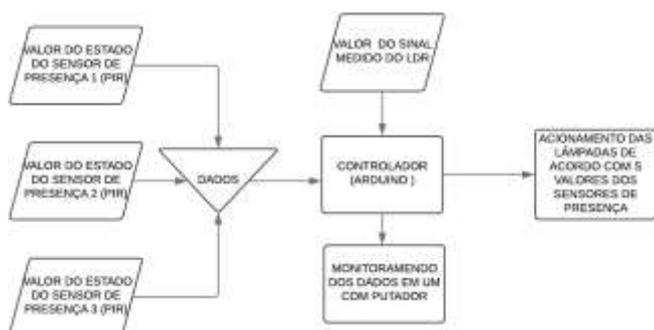
Este artigo é estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a metodologia; a seção 3 apresenta os resultados obtidos e as discussões; a seção 4 mostra a comparação com a literatura, e por fim, a última seção apresenta as conclusões e as sugestões de trabalhos futuros.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Dadas às várias experiências realizadas em laboratórios e em vias públicas, esse trabalho é classificado com um estudo de campo com experimentos empíricos dentro de uma pesquisa com abrangência exploratória.

Nesse trabalho foram utilizadas as seguintes premissas: criar o projeto com código regido por *software* livre, ter circuitos de baixo custo, ser viável e criar modelos protótipos para avaliar possíveis problemas e verificar viabilidades. Na Figura 1 tem-se um diagrama de blocos do projeto proposto.

Figura 1 - Diagrama de blocos do projeto proposto destacando sensores e LDR



Fonte: Autores, 2019.

2.1 - Ambiente de desenvolvimento

Para a realização dos primeiros testes, foi utilizado o ambiente de desenvolvimento do Arduino, a fim de se começar o processo de testes desde os sensores até o esboço do código principal, feito em linguagem C/C++. Além disso, foram utilizados os *softwares*: (1) NetBeans, para a produção da interface de controle (Figura 3) e para a comunicação entre o *hardware* e o computador; (2) *software* Excel, para aquisição e registro dos dados e produção dos gráficos; (3) programa *online* Fritzing para a modelagem inicial do circuito e, por fim; (4) *software* MATLAB para os cálculos do consumo e plotagens dos gráficos, ver Figura 5.

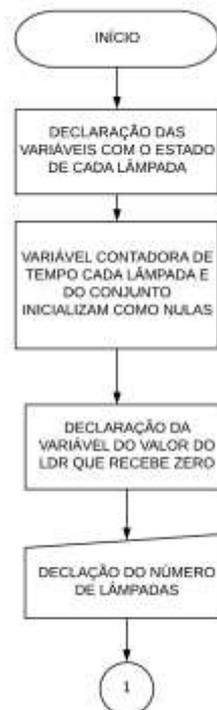
Entre os materiais que foram utilizados, em princípio nesse plano de trabalho, além dos citados acima, temos:

1. Arduino Mega 2560 R3;
2. Cabo de alimentação do *hardware*;
3. LED's;
4. Módulo *Bluetooth* HC-05;
5. LDR;
6. Sensores de movimento infravermelho;
7. *Notebook* (Aquisição dos dados);
8. *Software* NetBeans IDE 8.2;
9. *Software* PLX DAQ v.2 (aquisição de dados do Arduino e plotador dos gráficos no Excel);
10. Programa Fritzing (modelo do circuito utilizado);
11. *Protoboards*;
12. *Jumpers*.

2.2 - Fluxograma do Programa

De modo geral, a ideia do projeto pode ser compreendida por meio do fluxograma através da Figura 2(a) e Figura 2(b).

Figura 2(a) - Fluxograma com a sequência de ações a serem ou não tomadas em relação à movimentação dos objetos



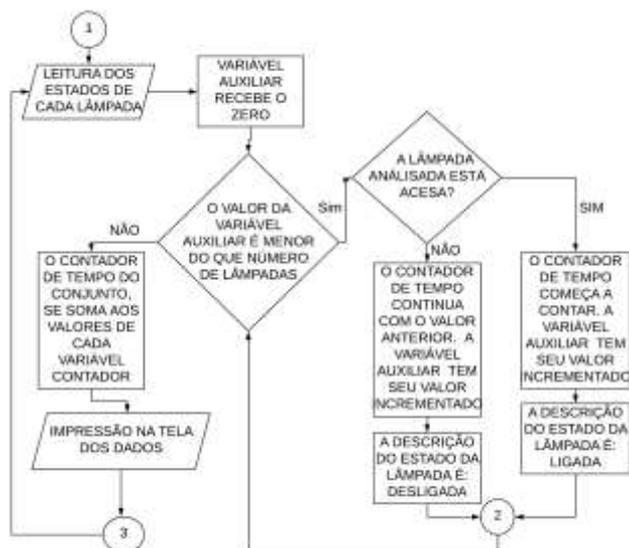
Fonte: Autores, 2019.

Na Figura 2(a) e na Figura 2(b) descreve-se as etapas do projeto através de dois fluxogramas, onde, no primeiro

são declaradas e inicializadas as variáveis a serem utilizadas no programa, por exemplo, contador (*cont*) da quantidade de lâmpadas.

No segundo, mostra o bloco de repetição que analisa o estado de cada lâmpada e dependendo do valor do estado lido, são realizadas ações. As ações são ligar as lâmpadas e incrementar com um valor unitário a variável *cont*. Em seguida é impresso na tela do programa, o tempo total em que as lâmpadas ficaram acessas.

Figura 2(b) - Fluxograma com a sequência de ações a serem ou não tomadas em relação à movimentação dos objetos



Fonte: Autores, 2019.

2.3 - Históricas das etapas da metodologia

Ao longo do período de um ano de pesquisa e desenvolvimento do projeto foram realizados estudos e levantamento da literatura sobre uso de plataformas de *hardware* livre e adotou-se o uso do *hardware* Arduino, plataforma de baixo custo. Foram realizadas pesquisas sobre o uso do *hardware* Arduino para o acionamento de cargas (lâmpadas) tanto no uso residencial quanto no meio público.

Logo depois, foram desenvolvidos os primeiros códigos básicos para o projeto, além de ser realizado o planejamento das funcionalidades que deveriam estar presentes no código para atender os requisitos funcionais e não funcionais desejados.

Após isso, foi realizada a criação de modelos do código principal para o acionamento de dois LEDs com a descrição do acionamento no monitor serial do Arduino. Nesta atividade foram utilizados princípios como alguns apresentados no trabalho de Vega, Santamaria e Rivas (2014), onde a ideia de criar um programa físico (código e o circuito) de baixo custo, tornando a ideia do projeto viável, ou pelo menos a criação de um modelo.

Em seguida, introduziu os códigos e foram implantadas cargas através da substituição dos LEDs por lâmpadas acionadas via relés de quatro canais.

Mais adiante, foram inseridos os sensores de infravermelhos como atuadores, que apesar dos problemas iniciais apresentados por eles em relação ao funcionamento, cada um atuou como desejado. De modo análogo ao trabalho dos autores Cabral e Campos (2008) foram vistos que o uso dos sensores infravermelhos torna o custo do

projeto viável para o uso em residências e se estendendo a outros ambientes.

Após a montagem e melhorias no modelo inicial do aplicativo, foram terminados os testes do aplicativo em conjunto com o circuito, de modo que foi possível a comunicação e monitoramento do aplicativo com o programa no Arduino. Além disso, como pode ser visto no trabalho de Lecceseo (2013), um sistema autônomo é possível de ser feito em ambientes como calçadas e ruas. E até mesmo, em locais como condomínios, onde há um fluxo de veículos à velocidade baixa.

Figura 3 - Interface com os estados das lâmpadas



Fonte: Autores, 2019.

Após as etapas anteriores, foi estudado o uso de sensores para captar a presença de automóveis em logradouros com intuito de acender lâmpadas em postes.

Observa-se no estudo com o fluxo de veículos durante os testes do programa, com as lâmpadas, que o consumo da memória principal dinâmica por parte do Arduino foi considerável. Nessa situação os dados apurados dos estados das lâmpadas e impressão na tela foi aproximadamente 17% da memória dinâmica.

Visando a otimização do programa foi projetado uma interface (em linguagem Java) para melhorá-lo e com a possibilidade de aumentar o número de lâmpadas de modo a melhorar o processamento dos dados pelo *hardware* Arduino. A estratégia utilizada foi deixar o Arduino obter os estados das lâmpadas e esses estados foram enviados através de conjunto de caracteres (uma *string*) para o programa em Java. Esse programa realiza a divisão dos dados na *string* recebida e plota os dados de cada lâmpada na tela.

Nessa situação observamos melhoria significativa (quase 6% da memória dinâmica passou a ser utilizada). Assim, pode-se atribuir novas funcionalidades ao código principal, como por exemplo, a contagem de tempo total em que as lâmpadas ficam acionadas.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros testes em cenários internos foram no laboratório com montagem no número de lâmpadas incandescentes que variam entre uma a três. Foi observada uma economia de energia de aproximadamente 75% do consumo através do uso de lâmpadas incandescentes nas diversas configurações.

Após o término dos testes em laboratório, da melhoria em relação à redução do uso de memória principal no

Arduino e ao tempo de resposta de processamento dos dados, foram realizados testes em cenários externos. Esses cenários são em vias públicas com coleta de dados e uso de lâmpada de multivapor metálico, como pode ser observado no gráfico da Figura 4.

Figura 4 - Gráfico com mostrando o consumo de energia de uma lâmpada com o uso do sensor de presença e com sua ausência



Fonte: Autores, 2019.

No gráfico da Figura 4, no **eixo x** mostra o **tempo** da coleta de dados com o sistema funcionando e no **eixo y** os valores do sinal de saída dos **sinais dos sensores**. Em vermelho, mostra os **sensores de presença** atuando, em verde com o sistema corrente instalado (sem a introdução do nosso projeto) e em azul o sinal dos **sensores de luminosidade**. Com o teste realizado obtêm-se os seguintes resultados em relação ao consumo de energia, mostrado a seguir.

3.1 - Cálculo do consumo de energia com a presença de um sistema de controle autônomo

- Observação 1: Cálculo realizado com base nas informações disponíveis no site da prefeitura de Vitória - ES (PMV, 2018);
- Observação 2: Cálculo realizado dentro do tempo registrado em teste (**de 150 medidas**);
- Observação 3: Lâmpada de multivapor metálico 400 W.

Na Tabela 1 é mostrada a comparação entre os consumos de energias: (1) com a presença do nosso sistema proposto de controle autônomo (**uso dos sensores de presença**); (2) com o sistema atual instalado no poste (**sensor de luminosidade**). Houve uma redução de 81,05% no tempo de uso das lâmpadas ocasionando uma redução no consumo de energia em relação ao consumo total instalado anteriormente, passou de 11.880 kJ para 2.250,89 kJ.

Tabela 1 - Valores dos Dados Obtidos

Comparação das medições	Com sensor luminosidade no poste	Com o sistema proposto de controle autônomo	Redução
Tempo da carga acionada (min)	495 min	93,79 min	401,21 min
Energia gasta (kJ)	11.880 kJ	2.250,89 kJ	9.629,11 kJ

Fonte: Autores, 2019.

Na Tabela 2 são mostrados os custos dos materiais considerando uma instalação num único poste e considerando uma única lâmpada.

Tabela 2 - Valores dos Preços* de Cada Item

Material	Quantidade	Preço (R\$)
Placa Arduino (modelo Nano)	1	27,63
Módulo Bluetooth (HC-05)	1	23,50
Placa com relé (1 canal)	1	10,90
Sensor (PIR HC-SR501)	1	15,50
Total		77,53

*Preço médio dos itens utilizados.

Fonte: Autores, 2019.

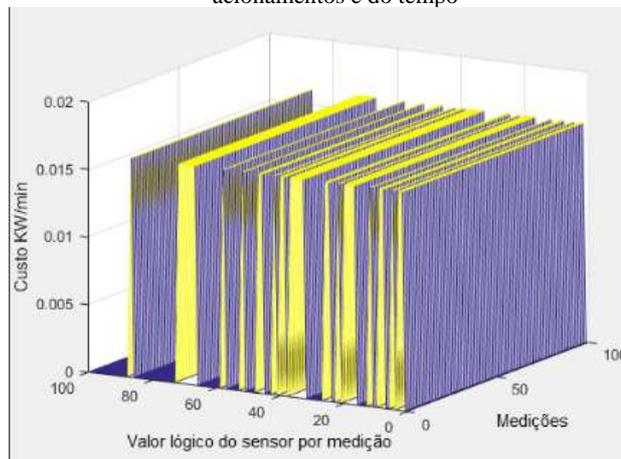
A seguir, é mostrado o valor de economia em termos monetários. Considerando, $1 \text{ kJ} = 1 \text{ kW} \times \text{s}$, ou ainda $1 \text{ kW} \times \text{s} = 2,78 \times (10)^{-4} \text{ kWh}$. Seja a redução no tempo de 401,21 minutos (6,69 horas), conforme Tabela 1. Além disso, o valor de 1 kWh para a iluminação pública, de acordo com a concessionária de energia elétrica local tem o valor de R\$ 0,33737 - extraído na tabela **B4b** da concessionária para iluminação pública (EDP, 2019).

Com essas informações, tem-se: $0,33737 \times 6,69 = \text{R\$ } 2,26$. Como o experimento tratou de uma lâmpada no valor de R\$ 2,26 para cada período de noite, onde foi realizado o estudo e considerando 30 dias, temos no mês o valor R\$ 67,80. Assim, em menos de dois meses temos o retorno do investimento.

Desta forma, o investimento é viável, seja ele implantado pela concessionária, prefeitura ou outras organizações. No final o “cliente” da concessionária teria uma redução em sua conta de energia devido à redução do uso da eletricidade.

Na Figura 5 apresenta-se um gráfico que mostra o consumo de energia com o uso do sistema proposto, onde mostra o gasto de energia por acionamento do sensor em função do tempo.

Figura 5 - Gráfico do consumo de energia em função dos acionamentos e do tempo



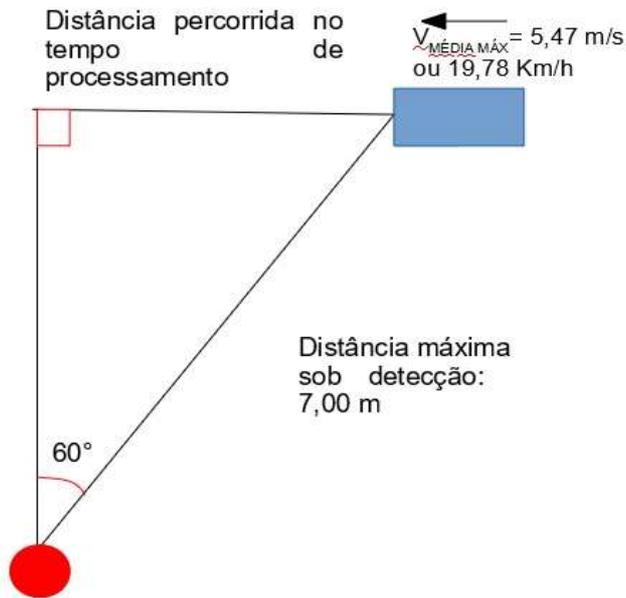
Fonte: Autores, 2019.

Nesse projeto obtêm-se resultados além dos que se havia esperado, desde a implantação do sistema proposto em locais com movimento de pessoas e de carros, até a criação de uma interface para otimização do processamento de dados, passou de 17% para 6% da memória dinâmica utilizada, ver seção 2.3.

O sistema proposto apresentou um resultado melhor do que está em uso atual no que diz respeito à economia de energia. Houve uma redução de energia no valor de 9.629,11 kJ, conforme descrito na Tabela 1.

Esclarecemos que o tipo de sensor utilizado apresenta limitações, como o tempo de acionamento e o alcance do mesmo. O esquema da Figura 6 ilustra uma situação no qual o sistema proposto de controle autônomo foi observado.

Figura 6 - Captação do sinal de presença pelo sensor devido à movimentação do carro



Fonte: Autores, 2019.

IV. COMPARAÇÃO COM A LITERATURA

A seguir, mostramos na Tabela 3 as tecnologias utilizadas na literatura considerando os cenários internos.

Tabela 3 - Sumário da Pesquisa da Literatura

No. registro de fonte	Título do Artigo	Tecnologia Utilizada
1	Implementation of Smart Class Room Using WAGO PLC	WAGO PLC e Arduino Uno
2	Smart Lighting System using Raspberry Pi	Raspberry Pi
3	Automatic Lighting And Control System For Classroom	PIR Sensor, Relay e Bluetooth Module
4	Automatics Room Light Controller with Visitor Counter	Infrared (IR) Transmitter, IR Receiver, Microcontroller, Bidirectional Visitor Counter, Section Display Automatic Room Light controller section LCD Display e Relay Darlington pair
5	Low-Cost Home Automation Using Arduino and Modbus Protocol	Communication Protocol e Arduino Uno

6	Smart Office Automation System for Energy Saving	PIR Sensor, Light Dependent Resistor (LDR), Voltage Comparator e Relay Module
7	Bluetooth based home automation system using cell phone	Cell Phone, Arduino BT e Bluetooth
8	Automatic Gadget Control System Using Arduino And PIR Sensor	PIR Sensor, Arduino Uno e Relay Module
9	Automatic Lighting and Security System Design using PIR Motion Sensor	PIR Sensor, Microcontroller, Relay, Opto Coupler e Voltage Regulator
10	Automatic Lighting Using Arduino and PIR Sensor	Arduino, PIR Sensor e Relay Module

Fonte: Adaptado de AyyubKhan, Gayasoddin e Lenina, 2018.

Os principais componentes utilizados pelo nosso trabalho foram: sensor PIR HC-SR501, LDR, *Relay with 1 channel*, *Bluetooth* e Arduino. Esses componentes são próximos aos componentes das tecnologias utilizadas na literatura, conforme mostra a Tabela 3, cenários internos. No entanto, como podemos observar nenhum desses artigos estendeu a automação de lâmpadas a cenários externos, como por exemplo, aplicado numa via pública para redução no consumo de energia elétrica.

Destacamos que em AyyubKhan, Gayasoddin e Lenina (2018) foi mostrado uma economia na eletricidade na ordem de 50% do consumo de energia elétrica num cenário interno. Em nossos experimentos com vários testes no cenário interno e uso de laboratório foi constatada a economia de energia de aproximadamente 75% no consumo através do uso de lâmpadas incandescente.

Os sistemas propostos por Mumtaz *et al.* (2018) não foram testados em condições reais, como por exemplo, em vias públicas. Entretanto nossa proposta foi realizada em campo aplicado em ruas e avenidas e uso de lâmpadas multivapor metálico. Nessa situação fizemos vários testes que alcançaram uma redução em torno de 81% do consumo de energia elétrica.

V. CONCLUSÃO

Nesse artigo foi apresentado um sistema de automação para controle de iluminação cujas vantagens são o custo baixo e a economia de energia. O sistema utiliza sensor de presença, *Bluetooth*, envolve placa de desenvolvimento e dispositivos de custos reduzidos, flexíveis e programas livres regido num projeto *copyleft*.

Esse sistema permitiu resultados expressivos em eficiência energética considerando cenários internos (economia de energia de aproximadamente 75%) e externos (redução em torno de 81% do consumo de energia elétrica).

Em menos de dois meses há retorno nos investimentos, conforme Tabela 2, aplicados a cada poste. Desta forma, esse artigo atesta com as propostas na redução do consumo de energia elétrica.

Dado as experiências em laboratório para elaboração do sistema de automação, o trabalho proposto pode ser abordado em sala de aula e replicado na forma de projetos para contextualizar na área de ensino interdisciplinar. Isso se deve ao fato de envolver as áreas de eletrônica, linguagens

de programação, conservação de energia e processamento de sinais.

Como ilustrado nas Figuras 4 e 6, o tempo de processamento, tanto do sensor quanto do programa, considera limites da velocidade dos veículos em uma determinada via (ruas e avenidas), onde sistema de automação proposto poderá ser implantado. Assim, existe uma limitação do sistema de automação com uso deste tipo de sensor devido ao tempo de acionamento e ao alcance do sinal.

Sistemas de automação baseado em *Bluetooth* é um sistema flexível e de baixo custo. Mas, a captação do sinal baseado nesse sistema, só funciona no curto alcance da rede sem fio *Bluetooth*, no máximo 10 metros. Entretanto, estamos planejando nos trabalhos futuros a implantação de recursos de transmissão dos dados via Wi-Fi, como meio de alcançar um maior número de locais monitorados e distâncias maiores.

VI. AGRADECIMENTOS

Esse trabalho tem o suporte do IFES através do Edital PRPPG 05/2017 PIBIC/PIVIC, projeto de número PJ00002933 e plano de trabalho PT00005557.

VII. REFERÊNCIAS

- ABESCO (Associação Brasileira das empresas de Serviços de Conservação de Energia). Disponível: <http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-atinge-r-617-bi-em-tres-anos>. Acesso em: Feb. 15, 2018.
- ALBELA, M. S.; LAMAS, P. F.; CARAMÉS, T. M. F.; DAPENA, A.; LÓPEZ, M. G. Home Automation System Based on Intelligent Transducer Enablers. *Sensors*, vol. 16, n. 10, 2016.
- AYYUBKHAN, P. H. S.; GAYASODDIN, S. S. S. S.; LENINA, S. V. B. Automatic Gadget Control System using Arduino and PIR Sensor. *International Journal of Management, Technology And Engineering*, vol. 8, n. 11, p. 458-464, 2018.
- CABRAL, M. M. A.; CAMPOS, A. L. P. S. Sistemas de Automação Residencial de Baixo Custo: Uma Realidade Possível/Low Cost Home Automation Systems: A Possible Reality. *HOLOS*, Natal, vol. 24, n. 3, pp. 26-32, 2008.
- COLAK, I.; WILKENING, H.; FULLI, G.; VASILIEVSKA, J.; ISSI, F.; O. Kaplan. **Analysing the efficient use of energy in a small smart grid system.** International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), Nagasaki, 2012, pp. 1-4.
- DAMKONDE, A. IoT based Home Security and Automation System: A Review. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS)*, vol. 7, n. 2, 2018.
- EDP (Energias de Portugal). Tarifas: clientes atendidos em Baixa Tensão (Grupo B). Disponível: <http://www.edp.com.br/distribuicao-es/saiba-mais/informativos/tabela-de-fornecimento-de-baixa-tensao>. Acesso em: Fev. 20, 2019.
- FERRONI, E. H *et al.* A Plataforma Arduino e suas aplicações. *Revista da UIIPS*, vol. 3, n. 2, p. 133-148, 2015.
- KARTHIKEYAN, R. A; SARAN SRIRAM, K.; PIYUSH, D. Automatic Lighting Using Arduino and PIR Sensor. *International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCTST)*, vol. 6, n. 5, p. 58-60, 2018.
- KNOBLOCH, F.; BRAUNSCHWEIG, N. A Traffic-Aware Moving Light System Featuring Optimal Energy Efficiency, *IEEE Sensors Journal*, vol.17, n. 23, 2017.
- KUMAR, S.; DESHPANDE, A.; HO, S. S.; KU, J. S.; SARMA, S. E.. Urban Street Lighting Infrastructure Monitoring Using a Mobile Sensor Platform. *IEEE Sensors Council*, vol.16, n. 12, 2016.
- LECCESE, F. Remote-Control System of High Efficiency and Intelligent Street Lighting Using a ZigBee Network of Devices and Sensors. *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 28, n. 1, 2013.
- LEITE, S. H. F. *et al.* Implementação de Canal Seguro para Transmissão de Dados Médicos. *Revista Sodebras [on line]*. v. 14, n. 161, Maio/2019, p. 38-43, ISSN 1809-3957. <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.161.38>
- LOBATO, P. A. *et al.* Análise da Relação da Cultura Maker, Fablabs e Robótica Educacional na Educação. *Revista Sodebras [on line]*. v. 14, n. 157, Jan./2019, p. 60-65, ISSN 1809-3957. <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.157.60>
- MON, Y. J.. The Bluetooth Based LED Control For Arduino Test Platform By Using Mobile APP. *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 4, n. 6, 3 pp., 2015.
- MOURI, S. P.; SAKIB, S. N.; FERDOUS, Z.; TAHER, M. A. Automatic Lighting and Security System Design using PIR Motion Sensor. *Journal of Information Technology*, Jahangirnagar University, vol 14, n. 8, p. 1-5, 2015.
- MUMTAZ, Z. *et al.* An Automation System for Controlling Streetlights and Monitoring Objects Using Arduino. *Sensors*, vol. 18, n. 10, 2018.
- OZADOWICZ, A.; GRELA, J. Energy saving in the street lighting control system - a new approach based on the EN-15232 standard. *Springer Link*, vol. 10, n. 3, 2017.
- PIYARE, R.; TAZIL, M. Bluetooth based home automation system using cell phone. IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics (ISCE), Singapore, 2011, pp. 192-195.
- PMV (Prefeitura Municipal de Vitória). Iluminação pública. Disponível: <http://www.vitoria.es.gov.br/cidade/iluminacao-publica>. Acesso em: Mar. 11, 2018.
- SELVARAJ, K. Smart Office Automation System for Energy Saving. *International Journal of Advances in Computer and Electronics Engineering*, vol., n. 9, pp. 8-12, 2017.
- SIMÕES, T. A. *et al.* Desenvolvimento de um Sistema Inteligente de Detecção e Monitoramento para evitar Sinistros com Queda de Torres de Transmissão de Energia. *Revista Sodebras [on line]*. v. 13, n. 153, Set./2018, p. 108-112, ISSN 1809-3957. Disponível em:

<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N153.pdf>. Acesso em: Abr. 14, 2019.

VEGA E., Adriana Marcela; SANTAMARIA P., Francisco; RIVAS T., Edwin. Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria. **Revista Escuela de Administración de Negocios**. Bogotá, n. 77, p. 23-41, July 2014.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 28/06/2019
Aprovado em: 10/07/2019