

ISSN 2674-8959

Anais Eletrônicos

VI SIMPÓSIO DAS

ENGENHARIAS ACET

23 a 27 de maio de 2022

© 2022 Editora Unoesc
Direitos desta edição reservados à Editora Unoesc
É proibida a reprodução desta obra, de toda ou em parte, sob quaisquer formas ou por quaisquer meios, sem a permissão expressa da editora.
Rua Getúlio Vargas, 2125, Bairro Flor da Serra, 89600-000 – Joaçaba – SC, Brasil
Fone: (49) 3551-2000 – editora@unoesc.edu.br

Editora Unoesc

Coordenação

Tiago de Matia

Agente administrativa: Simone Dal Moro
Revisão metodológica: Paula Stechenski Zaccaron
Projeto gráfico: Simone Dal Moro
Diagramação: Saimon Guedes
Capa: Marketing Unoesc

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Simpósio das Engenharias ACET (6. : 23 a 27, maio, 2022 : Joaçaba, SC).
Anais eletrônicos do VI Simpósio das Engenharias ACET / Universidade do Oeste de Santa Catarina – Joaçaba: Editora Unoesc, 2022.
30 p. : il.

ISSN: 2674-8959
Modo de Acesso: World Wide Web

1. Engenharia - Pesquisa. 2. Tecnologia – Pesquisa.
3. Desenvolvimento regional - Pesquisa. I. Frinhan, Eduarda de Magalhães Dias, (edit.). II. Luvizão, Gislaïne, (edit.). III. Título.

CDD 620

Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc

Reitor

Aristides Cimadon

Vice-reitores de Campi
Campus de Chapecó
Carlos Eduardo Carvalho
Campus de São Miguel do Oeste
Vitor Carlos D'Agostini
Campus de Xanxerê
Genesisio Téo

Pró-reitora Acadêmica
Lindamir Secchi Gadler

Conselho Editorial

Jovani Antônio Steffani
Tiago de Matia
Sandra Fachineto
Aline Pertile Remor
Lisandra Antunes de Oliveira
Marilda Pasqual Schneider
Claudio Luiz Orço
Ieda Margarete Oro
Silvio Santos Junior
Carlos Luiz Strapazzon
Wilson Antônio Steinmetz
César Milton Baratto
Marconi Januário
Marcieli Maccari
Daniele Cristine Beuron

Pró-reitor de Administração
Ricardo Antonio De Marco

A revisão linguística é de responsabilidade dos autores

Apresentação

A dificuldade recente no que diz respeito ao aumento do número de desempregados em diversas áreas de atividades industriais exige dos futuros profissionais uma nova postura, em que a proatividade e a versatilidade, bem como a alta qualificação se tornam requisitos fundamentais que podem facilitar a entrada dos profissionais de Engenharia no mercado de trabalho. Pensando nisso, a Unoesc promoveu, entre os dias 26 e 29 de outubro de 2021, o V Simpósio das Engenharias da ACET, foram mais de 130h de programação entre palestras, oficinas, minicursos e apresentações científicas, ofertadas de forma remota ou presencial.

O evento teve como foco principal divulgar os trabalhos de pesquisa e extensão desenvolvidos nos Cursos de Engenharia Civil, de Computação, Elétrica, Mecânica, de Produção e Química e oferecer palestras e oficinas que complementam a formação dos participantes nas mais diversas áreas de atuação.

A realização desse evento torna-se importante para a região de abrangência da Unoesc Joaçaba, pois propiciará a aproximação da universidade com as indústrias e a comunidade em geral, a partir da divulgação dos trabalhos dos Cursos e a troca de experiências, fortalecendo parcerias e beneficiando os envolvidos.

Desejamos a todos uma ótima leitura! Que os trabalhos aqui apresentados possam trazer novos conhecimentos, além de contribuírem para o desenvolvimento e/ou aprimoramento de técnicas científicas e tecnológicas.

Prof.^a Dra. Eduarda de Magalhães Dias Frinhani

Prof.^a Ma. Gislaíne Luvizão

Editoras

AVALIAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DAS
PONTES QUE INTERLIGAM LACERDÓPOLIS/SC A MUNICÍPIOS LIMÍTROFESMarina Chiamulera¹; Fabiano Alexandre Nienov²; Gislaïne Luvizão³

¹ Engenheira Civil graduada pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; mari.na@outlook.com.br

³ Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; fabiano.nienov@unoesc.edu.br

² Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaine.luvizao@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Pontes são Obras de Artes Especiais (OAEs) destinadas a vencer os talwegues formados por cursos d'água. Todavia, seus materiais estão suscetíveis a manifestações patológicas devido ao meio em que estão inseridos, às sobrecargas, às desobediências normativas, erros de projeto e à carência de investimentos públicos em manutenções preventivas. Como efeito, há o comprometimento estrutural de diversas pontes, o que expõe a vida das pessoas a riscos e acarreta a elevados orçamentos em reabilitações.

O presente trabalho pretende identificar as patologias, apontar suas principais causas e avaliar as condições estruturais de três pontes de concreto armado no município de Lacerdópolis (SC), as quais o interligam com Erval Velho, Joaçaba e Ouro. Será elaborado um diagnóstico das condições com base em resultados de ensaios não destrutivos e em análises visuais.

2 METODOLOGIA

Como parte integrante desta pesquisa básica de caráter científico e exploratório, inicialmente definiu-se três pontes para elaboração do diagnóstico. A primeira refere-se à ponte "João Wolfgang Savaris", que vence o talwegue formado pelo Rio do Peixe e interliga o distrito de Erval Velho (Barra Fria) à Lacerdópolis, entre as ruas São Sebastião e 31 de Março. Já a segunda ponte, situa-se no Km 108+335 da SC-150 (Rodovia Engenheiro Lineu Bonato) e é responsável pela travessia do Rio dos Porcos, entre Lacerdópolis e Ouro. Quanto à terceira, trata-se da ponte sobre o Rio Cassiano, que conecta Lacerdópolis à Joaçaba no Km 94+208 da SC-150.

Na sequência, dados das pontes foram levantados com as prefeituras de Lacerdópolis, Ouro e Erval Velho, moradores de Lacerdópolis e a Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (SIE).

Outrossim, através de inspeção visual, verificou-se as condições estruturais e patologias das pontes em estudo e atribuiu-se notas avaliativas aos elementos em fichas elaboradas com base no PRO 010 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2004) e na NBR 9452 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

Em complemento, foram realizados três ensaios não destrutivos: carbonatação, esclerometria e termografia. O ensaio de carbonatação foi realizado em vigas e pilares acessíveis, através da execução de aberturas nestes elementos com talhadeira e marreta para verificação do cobrimento e aspersão de fenolftaleína para análise da zona carbonatada. Acerca do ensaio de esclerometria, foi efetuado em vigas e pilares através de um esclerômetro Silver Schmidt devidamente calibrado e configurado, seguindo-se os procedimentos descritos na norma NBR 7584 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012). Já a termografia, foi realizada através de uma câmera termográfica ajustada com fator de emissividade em 0,95.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

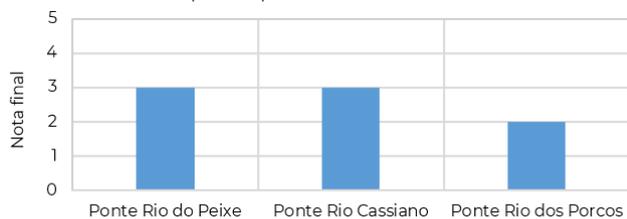
Com base nos dados levantados até o mês de junho de 2021, verificou-se que a ponte municipal João Wolfgang Savaris de construção datada em 1987 e as pontes estaduais de 1972 receberam manutenção apenas no pavimento asfáltico, sendo que as estaduais passaram por apenas uma inspeção no ano de 2005.

Mediante à inspeção visual, as principais patologias observadas foram: desgaste superficial do concreto, umidade, lixiviação, drenos inadequados, segregação, armaduras expostas e oxidadas, fissuras, disgregação e irregularidades (degraus) nos acessos. As causas das patologias são diversas, mas abrangem erros de construção e a falta de manutenções e inspeções.

Com os dados coletados *in loco*, possibilitou-se a avaliação dos elementos constituintes das pontes. As notas,

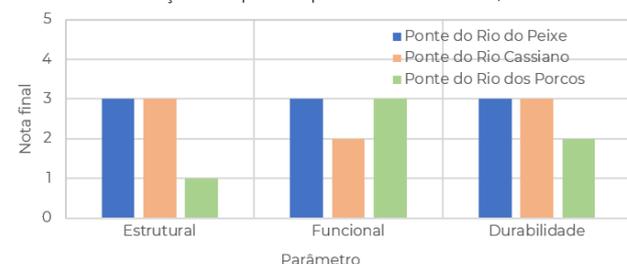
demonstradas nos Gráficos 1 e 2, indicam a gravidade dos defeitos, sendo que a nota 5 representa anomalias irrelevantes e a 1 reflete danos graves às estruturas.

Gráfico 1 - Notas às pontes perante o DNIT 010/2004-PRO



Fonte: os autores (2021).

Gráfico 2 - Avaliação das pontes perante a NBR 9452/2019



Fonte: os autores (2021).

Diante do exposto, observa-se que a ponte do Rio dos Porcos recebeu a pior nota no quesito estrutural, devido à uma viga com armadura corroída e rompida. Já a ponte do Rio Cassiano, obteve a pior nota no parâmetro funcional pela carência de guarda-corpos.

Os resultados do ensaio com fenolftaleína estão apresentados na Tabela 1, onde se observa que a carbonatação atingiu as armaduras da “Viga 02” na ponte do Rio dos Porcos, sendo necessário sua recuperação. Da mesma forma, é possível identificar que os cobrimentos do “Pilar 01” na ponte sobre o Rio Cassiano e das vigas na ponte sobre o Rio dos Porcos não atendem ao mínimo de 2,5 cm estabelecido para Classe de Agressividade I pela NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), porém, era requerido apenas 2 cm quando foram construídas.

Tabela 1 - Resultados do ensaio de carbonatação

Ponte	Elemento estrutural	Cobrimento (cm)	Carbonatação (cm)
João Wolfgang Savaris	Viga 01	3,5	2,2
	Viga 02	4,0	1,7
Sobre o Rio Cassiano	Pilar 01	2,1	0,0
	Viga 01	4,0	0,0
	Viga 02	2,7	0,0
Sobre o Rio dos Porcos	Viga 01	2,0	0,5
	Viga 02	2,0	2,0
	Pilar 01	2,5	1,1

Fonte: os autores (2021).

Com relação à esclerometria, os resultados demonstraram índices esclerométricos médios efetivos ligeiramente homogêneos e bem superiores ao mínimo de 25 MPa exigido pela NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014): de 44,83 a 49,92 MPa para a ponte João Wolfgang Savaris, de 47,68 a 51,60 MPa para a ponte do Rio Cassiano e de 33,50 a 48,32 MPa para a ponte do Rio dos Porcos. Entretanto, julga-se que a carbonatação pode ter superestimado os resultados.

Por fim, através da termografia foi possível a observação da variação de temperatura próxima aos drenos, em juntas de concretagem, fissuras e em locais de armadura exposta ou com corpos estranhos.

4 CONCLUSÕES

Em função das informações obtidas com os órgãos responsáveis, com a inspeção visual e com os ensaios, constatou-se que há carência de inspeções e manutenções nos elementos estruturais, que o comprometimento provável da vida remanescente das pontes é mediano e que podem receber intervenções para assegurar sua estabilidade e prolongar sua vida útil. Enfim, admite-se que a prevenção das patologias é análoga ao atendimento aos parâmetros normativos de qualidade, desde a fase de projeto e até mesmo após a execução, com as manutenções e inspeções.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2014. 256 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7584 – Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão**. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452 – Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2019. 48 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 010/2004 – PRO: Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004. 18 p.

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO PARA ANÁLISE DE
CLORETO EM AMOSTRAS DE ÁGUALudmila Bruna Zanella de Oliveira¹; Leonardo Henrique de Oliveira²¹Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; ludmila.zanella@hotmail.com²Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; leonardo.oliveira@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de grande importância econômica, social e ambiental. Seus parâmetros devem atender as vigentes legislações e portarias para que sua qualidade final não seja afetada quando chegar ao consumidor.

Assim, o tema dessa pesquisa se justifica pela necessidade de confiabilidade de resultados analíticos obtidos em análises laboratoriais, e dessa forma, os resultados fornecidos serão utilizados na tomada de decisões que implicam diretamente na qualidade da água.

O analito alvo foi o íon inorgânico cloreto (Cl⁻), sendo o sabor salgado da água produzido através das diferentes concentrações desse íon juntamente com outros íons presentes na composição química da água (APHA, 2005).

A determinação dos limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) do íon cloreto envolvem além desses parâmetros de validação referente ao método analítico utilizado, outros que devem ser levados em consideração, como: a tendência, os ensaios de recuperação e a precisão. Os resultados devem ser tratados estatisticamente e avaliados conforme os critérios de aceitação estabelecidos no documento elaborado pelo INMETRO, o DOQCGCRE-008.

2 METODOLOGIA

A pesquisa experimental foi realizada no Laboratório de Águas e Saneamento do campus II na Unoesc de Joaçaba entre os meses de setembro de 2021 a abril de 2022.

Para a determinação do LD e LQ, fez-se o uso do método argentométrico, sendo preparada a solução de nitrato de prata (AgNO₃) 0,0141282 mol/L, que foi utilizada como titulante e o cromato de potássio (K₂CrO₄) utilizado como indicador. Assim, ao gotejar a solução da bureta, forma-se prata em excesso que reage com o cromato de potássio formando o cromato de prata (Ag₂CrO₄) com a co-

loração vermelho-tijolo característica do ponto de viragem da titulação.

Para a determinação de LD e LQ, é adequado que a concentração de cloreto presente na amostra esteja entre 0,15 e 10 mg/L Cl⁻, que é a faixa de trabalho pelo qual o método foi validado (APHA, 2005). Assim, foi realizada a diluição da solução padrão de cloreto (SpecSol) 1000 mg/L em uma solução estoque de 100 mg/L, e a partir dela as demais diluições nas concentrações de 0,15; 0,25; 0,5; 1,0; 5,0; e 10,0 mg/L do íon cloreto.

Para a verificação da tendência, que pode ser entendida como a recuperação do analito, a amostra de cloreto foi fortificada em três concentrações distintas. Para a amostra com concentração de 10 mg/L, fortificou-se com 0,15 mg/L, 3 mg/L e 7 mg/L; para a amostra de 5 mg/L, fortificou-se com 0,6 mg/L, 2 mg/L e 6 mg/L; para as amostras de 0,25 e 0,5 mg/L fortificou-se com 1 mg/L, 2 mg/L e 3mg/L. A precisão foi determinada pela repetibilidade, onde a mesma analista realizou o mesmo experimento em dias diferentes.

Para cada concentração, foram realizadas 7 replicatas e a partir delas foi calculado a média. Replicatas do branco também foram utilizadas nos cálculos, pois ela implica em possíveis interferentes que podem estar fazendo parte da água utilizada nas soluções, assim o valor obtido na titulação foi descontado nos cálculos.

Os resultados foram tratados com planilhas eletrônicas no software @Excel.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação de LD e LQ, bem como da recuperação e precisão, destaca-se a importância do uso da solução padrão certificada. As soluções padrão são de grande importância, pois além da extraordinária pureza, os reagentes com grau padrão primário foram cuidadosamente analisados pelo fornecedor e os resultados estão impressos no rótulo do frasco (SKOOG et al., 2014).

Após utilizar a solução padrão certificada para o preparo da solução estoque de 100 mg/L e a definição das concentrações das amostras diluídas citadas anteriormente, realizou-se as titulações que são caracterizadas pelo ponto de viragem com coloração vermelho-tijolo, conforme a Fotografia 1.

Fotografia 1 – Aspecto final da amostra após a determinação do ponto de viragem



Fonte: os autores (2022).

Uma das dificuldades clássicas do método é a determinação do ponto de equivalência. Para que seja perceptível visualmente a formação do precipitado, foi necessário acrescentar nitrato de prata além do ponto de equivalência. Para minimização desse erro, foram analisadas amostras em branco, realizando-se a correção nos cálculos. O volume teórico do ponto de equivalência também foi pré-determinado, sendo possível estimar o volume consumido para determinada concentração. Finalizadas as titulações, os dados foram tratados em planilhas eletrônicas e os resultados são apresentados no Quadro 1 para determinação do LQ e LD e o Quadro 2 com os resultados para os parâmetros de tendência, precisão e recuperação.

Quadro 1 – Resultados da determinação dos LD e LQ para as diferentes concentrações analisadas

Concentrações (mg/L)	Detectável	Quantificável
10	Sim	Sim
5	Sim	Sim
0,5	Sim	Sim
0,25	Sim	Sim
0,15	Sim	Não

(Legenda: Sim = dentro do esperado; Não = resultado reprovado).
Fonte: os autores (2022).

A concentração de 0,15 mg/L é sugerida pelo método normalizado como limite mínimo, porém ao realizar as titulações, não foi possível quantificar este valor. Uma possível causa seria que ao diminuir a concentração de uma amostra, gasta-se menos titulante para obter o ponto

de viragem, sendo que o registro de pequenos volumes é mais suscetível a erros de medidas.

Quadro 2 – Resultados da determinação da tendência, precisão e recuperação para as diferentes concentrações analisadas

Concentrações (mg/L)	Tendência	Precisão	Recuperação
10	Sim	Sim	Sim
5	Sim	Sim	Sim
0,5	Sim	Não	Sim
0,25	Sim	Não	Sim

(Legenda: Sim= dentro do esperado; Não= resultado reprovado).
Fonte: os autores (2022).

Para as menores concentrações 0,25 e 0,5 mg/L, a tendência e recuperação foram consideradas dentro do esperado, porém foram reprovados no parâmetro precisão. Os resultados obtidos em relação as concentrações de 5 e 10 mg/L para os parâmetros de tendência, precisão e recuperação foram dentro do esperado, verificando-se que para as maiores concentrações, obtiveram-se resultados mais precisos.

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que foi possível detectar e quantificar as concentrações de 0,25, 0,5, 5 e 10 mg/L. Para essas concentrações, foram avaliadas tendência, precisão e recuperação. Nas concentrações de 0,25 e 0,5 mg/L, os resultados foram reprovados quanto à precisão. Todavia, os resultados para concentração de 0,5 mg/L foram melhores, com menores erros. Portanto, as concentrações de 0,5, 5 e 10 mg/L podem ser utilizadas pelo laboratório como faixa de trabalho como valores mínimo, intermediário e máximo, definindo-se como LD e LQ o valor de 0,5 mg/L.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. DOQCGCRE-008 ver. 09 – **Orientação sobre validade de métodos de ensaios químicos**. Rio de Janeiro, 2020.

SKOOG, Douglas A.; WEST, Donald M.; HOLLER, F. James; CROUCH, Stanley R. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução da 9. ed. norte-americana. São Paulo-SP: Editora Cengage Learning, 2014.

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO NO HEMOSC DE JOAÇABA: ESTUDO INICIAL EM UM AR-CONDICIONADO

Geziel Parisotto¹; Marconi Januário²; Jean P. Prigol³; Renato G. Scortegagna⁴

¹ Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; gezielparisotto@gmail.com

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; marconi.januario@unoesc.edu.br

³ Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; jean.prigol@unoesc.edu.br

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; renato.scortegagna@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

No trabalho é apresentado parte de um diagnóstico energético obtido no Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina (HEMOSC), na unidade localizada na cidade de Joaçaba. O diagnóstico energético realizado foi estruturado por meio do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – PIMVP (EVO, 2012). A metodologia foi empregada em um dos três ar-condicionados presentes em uma das salas. Na análise foi adotado como variável independente a temperatura. A potência ativa foi medida ao longo do tempo. Valores de temperatura externa e interna foram empregados no estudo. Na metodologia foi utilizada uma regressão linear por meio do método dos mínimos quadrados, correlacionando potência ativa e temperatura (CHAPRA, 2016).

2 METODOLOGIA

Na definição de opções do PIMVP foi adotado o método B para as medições de Ações de Eficiência Energética – AEE no sistema de ar-condicionado (EVO, 2012). A Fronteira de Medição foi restringida ao próprio circuito dos dispositivos condicionadores de ar (EVO, 2012).

A Variável Independente considerada é a temperatura externa. Não foram considerados Efeitos Interativos na AEE dos sistemas condicionadores de ar. O estudo ocorreu em um circuito elétrico que alimenta um dos três ar-condicionados presentes na denominada Sala Hemocomponentes Não Liberados. O ar-condicionado em estudo é do tipo *Split*, com capacidade de refrigeração de 30000 BTU e selo de eficiência Procel tipo D (PROCELIN-FO, 2022). O consumo do ar-condicionado em estudo foi medido com o analisador de energia modelo ET-5060C, da fabricante Minipa, com intervalo de medição de 30 em 30

segundos. Na aquisição e registro da temperatura externa foram utilizados dados de medições oriundos estação A841 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em Joaçaba, e com registros de temperatura de hora em hora (INMET, 2021). Os valores de dados de temperatura Externa foram interpolados para o intervalo de medição do analisador de energia.

Os dados de referência da temperatura Interna, fornecidos a cada cinco minutos, foram obtidos a partir do sistema de monitoramento existente na referida sala. Semelhante aos dados de temperatura Externa, os dados de temperatura Interna foram interpolados. No estudo foi empregado o método dos mínimos quadrados na determinação de valores de coeficientes de uma função que correlacione potência ativa em função da temperatura (CHAPRA, 2016).

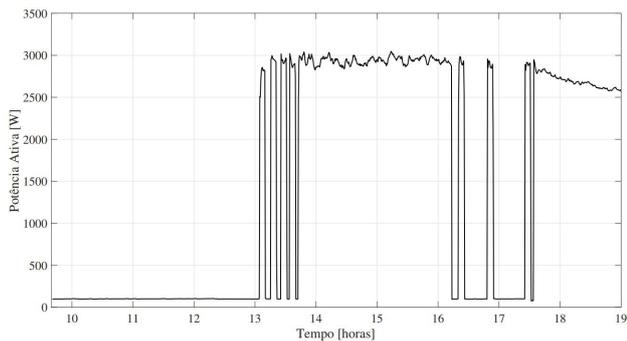
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a medição da potência ativa do Circuito de Ar-Condicionado, com início às 09h40min e encerramento às 19h01min do dia 10 de novembro de 2021. Na Figura 2 são apresentadas as curvas obtidas com os dados de temperatura Externa e Interna Medidas e as curvas obtidas a partir das interpolações dos dados. Na Figura 3 está apresentado o gráfico de correlação dos dados de Potência Ativa versus Temperatura do estudo em questão.

Na Regressão as variáveis ficaram com um tamanho de 1122 amostras. Na Equação 1 está mostrada a função com os coeficientes calculados, onde P é a potência ativa, dada em watts, e T é o tempo dado em horas. O gráfico obtido por meio da função apresentada na Equação 1 está mostrado na Figura 3 com o rótulo Curva via Regressão Linear Simples.

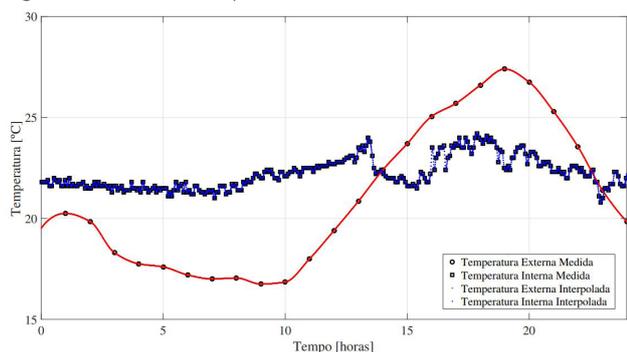
$$P = -4221,7 + 253,3.T \quad (1)$$

Figura 1 – Medição de potência ao longo do tempo



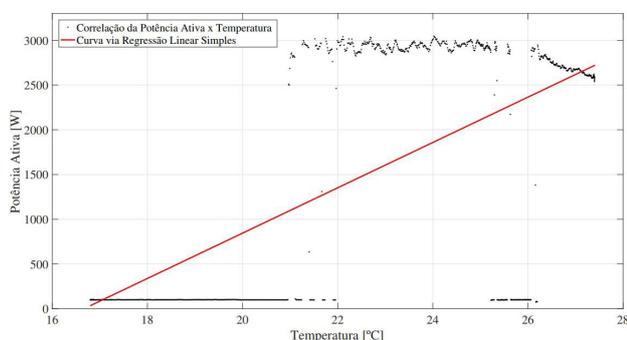
Fonte: os autores (2021).

Figura 2 – Dados de temperaturas externa e interna



Fonte: os autores (2021).

Figura 3 – Gráficos de correlações entre potência ativa e tempo do sistema em estudo



Fonte: os autores (2021).

Na Tabela 1 são apresentados os principais parâmetros de análise decorrentes da regressão via o método dos mínimos quadrados na determinação de valores de coeficientes da função utilizada.

Tabela 1 – Estatísticas da regressão

Variáveis	Valores
Coefficiente de Correlação – R	0,6206
Coefficiente de Determinação – R ²	0,3852

Fonte: os autores (2021).

O Coeficiente de Correlação – R tem o valor positivo, indicando uma linha de regressão com correlação positiva e ascendente, conforme o gráfico Curva via Re-

gressão Linear Simples, vide Figura 3 (CHAPRA, 2016). O Coeficiente de Determinação R^2 resultou num valor de 0,3852. Segundo EVO (2012), valores de coeficiente acima de 0,75 são considerados válidos. Para o caso em estudo, o valor obtido para o Coeficiente de Correlação representa que o modelo empregado, bem como, a temperatura, não conseguiram justificar ou correlacionar a potência utilizada.

4 CONCLUSÕES

Devido ao tempo demandado para as medições, não foram alcançados os percentuais de confiança e precisão fixados na definição da AEE. O Coeficiente de Determinação R^2 , da Regressão Linear resultou em um valor abaixo de 0,3852. Os motivos que explicam o baixo resultado do Coeficiente de Determinação são: (i) o tipo da função empregada na regressão linear; (ii) uma única medição e pelo período de um dia, que finda por não compreender variações suficientes para simbolizar um ciclo completo de trabalho; (iii) a utilização de temperaturas de um raio muito amplo e com poucos pontos de medição, o que acaba não representado e compreendendo as variações da temperatura no local de medição. Ainda, devido ao circuito pertencer a uma área técnica, o fator que efetivamente justifica o consumo do ar-condicionado pode não ser preferencialmente ou unicamente a temperatura externa. Assim, deve-se investigar a possibilidade da inclusão de mais Variáveis Independentes na Regressão Linear e até mesmo um estudo em outro tipo de funções empregada na regressão.

REFERÊNCIAS

CHAPRA, Steven C. **Métodos Numéricos para Engenharia**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016, p. 864.

EFFICIENCY VALUATION ORGANIZATION - EVO. **International Performance Measurement Verification Protocol**. 2012, p. 144.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Estação A841**. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A841>. Acesso em: 2 maio 2022.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - PROCELINFO. 2022. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>. Acesso em: 2 maio 2022.

ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DO RESÍDUO ESCÓRIA DE CHUMBO PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS PARA PAVIMENTO INTERTRAVADO

Letícia Akari Inoue Rafaeli¹; Jhulis Marina Carelli²; Maiara Foiato³

¹ Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; leticia.rafaeli@unoesc.edu.br

² Mestra em Estruturas pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; jhulis.carelli@unoesc.edu.br

³ Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; maiara.foiato@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Na engenharia civil, há a preocupação com o gerenciamento e redução do volume de resíduos gerados. Os resíduos apresentam-se como um dos principais problemas nas áreas urbanas, pois sua geração, descarte e disposição inadequados provocam diversos impactos sociais, econômicos e de saúde pública. Em vista disso, salienta-se a importância de as empresas estabelecerem estratégias que possam reduzir o impacto do volume desses resíduos. Com isso, temos o constante avanço no desenvolvimento de novos materiais e o aproveitamento de resíduos de outros setores produtivos como subprodutos de valor agregado na construção civil.

Nesse contexto, cita-se o resíduo escória de chumbo, um material pulverulento de coloração terrosa que é proveniente do processo de fundição e refino do chumbo de baterias usadas da empresa Pioneiro Ecometais, situada no oeste de Santa Catarina.

Diante disso, o objetivo principal da pesquisa foi avaliar a influência da substituição do agregado miúdo pelo resíduo escória de chumbo no concreto para a confecção de blocos para pavimento intertravado quanto à resistência à compressão e absorção de água.

2 METODOLOGIA

A escória utilizada (Fotografia 1) neste estudo é classificada como Classe II – não inerte, (TRINDADE, 2020; NBR 10004; (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), norma responsável pela caracterização de resíduos de sólidos. Pertencem a essa classe resíduos que não apresentam periculosidade, portanto podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Com a escória seca foram realizados ensaios de granulometria por peneiramento (NBR 7211; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA, 2019) e determinação do teor de material pulverulento (NBR 16973; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021).

Fotografia 1 – Resíduo no aterro (a); Armazenado após coleta (b)



(a) (b)

Fonte: os autores (2022).

O cimento e aditivo superplastificante utilizados para confecção dos traços foram o CP V ARI (Supremo) e o Fort Flow 368 (DAF), respectivamente.

O traço base foi composto de 1:2,18:2,82 (cimento CPV-ARI, areia média e pedrisco) e a relação água/cimento foi ajustada para cada traço, mantendo o *slump* de 12 ± 2 cm. Na Tabela 1 tem-se o nome de cada traço com sua respectiva nomenclatura.

Tabela 1 – Identificação de cada traço

Nome do traço	Nome
Referência sem aditivo	REF-SA
10% de resíduo e sem aditivo	E10-SA
20% de resíduo e sem aditivo	E20-SA
30% de resíduo e sem aditivo	E30-SA
Referência com aditivo	REF-CA
10% de resíduo e com aditivo	E10-CA
20% de resíduo e com aditivo	E20-CA
30% de resíduo e com aditivo	E30-CA

Fonte: os autores (2022).

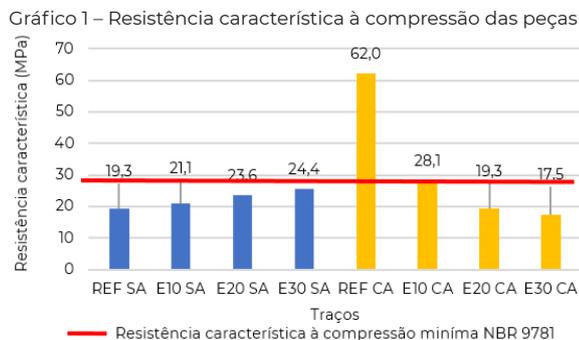
No estado fresco avaliou-se a consistência da mistura através do ensaio de abatimento de tronco de cone (NBR NM 67; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

No estado endurecido do concreto, foram separadas 6 peças para o ensaio de resistência à compressão aos 10 dias de idade e 3 peças para o ensaio de absorção de água (NBR 9781; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os traços sem adição de aditivo houve variação da relação água/cimento de 0,60 a 0,67, sendo que o traço com maior quantidade de resíduo escória de chumbo deman-

dou mais água que os demais, como já esperado, devido ao resíduo ser um material fino. Já para os traços com aditivo superplastificante a relação água/cimento foi de 0,41 a 0,58, sendo, mais uma vez, o traço referência o que demandou menos água que todos os outros traços com resíduo. Os demais resultados comparando os traços estão nos gráficos a seguir.

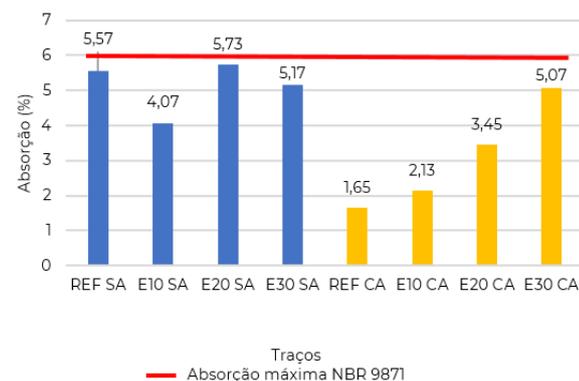


Fonte: os autores (2022).

Pode-se visualizar que todos os traços sem aditivo não alcançaram o mínimo (28 MPa) estipulado pela normativa, porém observou-se o ganho de resistência com o aumento da quantidade de substituição do agregado miúdo pelo resíduo escória de chumbo à mistura (de 9,3%, 22,3% e 31,6%, respectivamente, para os traços E10-SA, E20-SA e E30-SA).

Para os traços com aditivo, pode-se visualizar que apenas o referência e o E10-CA apresentaram valores de resistência característica superiores à mínima. Conforme cita Andrade *et al.* (2021), quando se utiliza aditivo em concreto podem ocorrer problemas de incompatibilidade com determinados lotes e/ou entregas dos materiais. Estes problemas de incompatibilidade dependem das interações que ocorrem entre aditivo e materiais que compõem o concreto, com destaque para cimento, adições e agregado miúdo. Consequentemente, podem ocorrer problemas, tais como o retardo no desenvolvimento de resistência mecânica.

Gráfico 2 – Absorção de água média



Fonte: os autores (2022).

Verifica-se que todos os traços apresentaram valores de absorção média de água inferiores a 6% e nenhum valor individual ultrapassou o limite estabelecido pela NBR 9781 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Os traços sem aditivo obtiveram valores alternados entre si, em função da relação água/cimento ter sido alterada para cada traço. Já quando usado o aditivo, obteve-se resultados crescentes de absorção de água, proporcional ao aumento da quantidade do resíduo escória de chumbo, provavelmente devido ao aumento da adição de finos no concreto.

4 CONCLUSÕES

O traço E10-CA obteve todos os resultados positivos exigidos pela normativa, quanto aos ensaios de resistência característica à compressão e absorção de água, resultando assim em uma alternativa tecnológica para aplicação deste tipo de resíduo para o mercado industrial com segurança.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Ana Paula *et al.* **Manual de utilização de aditivos químicos para concreto**: aditivos para concreto. 2. ed. São Paulo: Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2021. 47 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781 – Peças de concreto para pavimentação – Especificações e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 – Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16973 – Agregados - Determinação do material fino que passa pela peneira de 75 µm por lavagem**. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67 – Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

TRINDADE, Davi Graize. **Fabricação de blocos de concreto com substituição parcial do agregado miúdo por escória de fornos de fundição de chumbo**. 2020. 59 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2020.

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO USO DE RESÍDUO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CONCRETOS USINADOS EM BLOCOS DE PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADOS

Guilherme Canever¹; Jhulis Marina Carelli²; Maiara Foiato³

¹ Graduando em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; guicanever9@gmail.com

² Mestra em Estruturas pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; jhulis.carelli@unoesc.edu.br

³ Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; maiara.foiato@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que anualmente são consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto, consumo este que fica atrás apenas da água. Para produzir um metro cúbico de concreto utiliza-se em média 42% de agregado graúdo (brita), 40% de agregado miúdo (areia), 10% de cimento e 7% de água (MENOSSI, 2004).

Em geral, os concretos estruturais têm sido confeccionados com agregados naturais. Porém, em busca da preservação do meio ambiente, tem-se incentivado o uso de alternativas para a substituição destes agregados naturais por agregado reciclados (MENOSSI, 2004).

Como possível material a ser utilizado nestas substituições sustentáveis, pode-se citar os resíduos provenientes de indústrias concreteiras que produzem, individualmente, uma quantidade que varia entre 15 e 30 m³ por mês de materiais sem reutilização futura, destinados a lixões ou aterros sanitários. Este resíduo é uma mistura de agregados graúdos (brita I, pedrisco, pó de pedra), areia natural, cimento Portland e microfibras de polietileno. Pelo fato de a maior parte de sua composição ser de agregados miúdos, o resíduo apresenta uma maior fração de finos, podendo ser incorporado como uma areia reciclada.

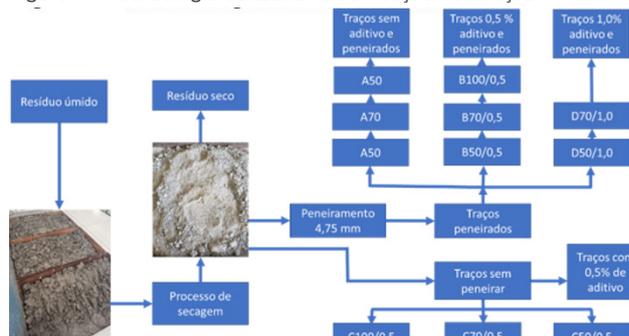
Diante disso, o principal objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da substituição total (100%) e parciais (70% e 50%) de resíduo proveniente das sobras de concretagens em caminhões betoneiras nas propriedades de blocos de concreto para pavimentação.

2 METODOLOGIA

Na Figura 1 é demonstrado um fluxograma com a metodologia utilizada para execução dos traços.

Todos os materiais utilizados para as moldagens e caracterizações foram fornecidos pela mesma concreteira.

Figura 1 – Metodologia utilizada na confecção dos traços



Fonte: os autores (2022).

O cimento e aditivo utilizados para confecção dos traços foram o CP V ARI (Supremo) e o Fort Flow 368 (DAF), respectivamente.

Com o resíduo seco foram realizados ensaios de granulometria por peneiramento (NBR 7211; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA, 2019) e determinação do teor de material pulverulento (NBR 16973; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021).

O traço base foi composto de 1:2,18:2,82 (cimento CPV-ARI, areia média e pedrisco) e a relação água/cimento foi ajustada para cada traço, mantendo o *slump* de 12 ± 2cm. Na Tabela 1 tem-se o nome de cada traço com sua respectiva nomenclatura.

Tabela 1 – Identificação de cada traço

Nome do traço	Nome
Sem aditivo com 100% de resíduo peneirado	A100
Sem aditivo com 70% de resíduo peneirado	A70
Sem aditivo com 50% de resíduo peneirado	A50
0,5% de aditivo e 100% de resíduo peneirado	B100/0,5
0,5% de aditivo e 70% de resíduo peneirado	B70/0,5
0,5% de aditivo e 50% de resíduo peneirado	B50/0,5
0,5% de aditivo e 100% de resíduo s/ peneirar	C100/0,5
0,5% de aditivo e 70% de resíduo s/ peneirar	C70/0,5
0,5% de aditivo e 50% de resíduo s/ peneirar	C50/0,5
1,0% de aditivo e 70% de resíduo peneirado	D70/1,0
1,0% de aditivo e 50% de resíduo peneirado	D50/1,0

Fonte: os autores (2022).

No estado fresco avaliou-se a consistência da mistura através do ensaio de abatimento de tronco de cone (NBR NM 67; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

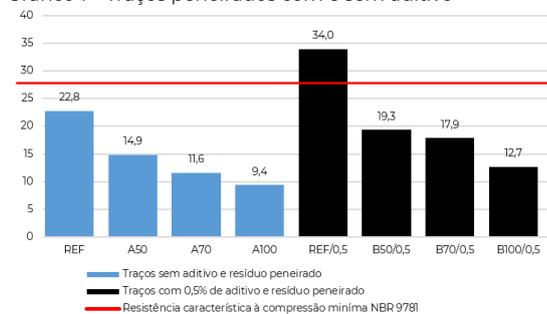
No estado endurecido do concreto, foram separadas 6 peças para o ensaio de resistência à compressão aos 10 dias de idade e 3 peças para o ensaio de absorção de água (NBR 9781; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a confecção dos traços, se percebeu que as relações água/cimento aumentaram junto com a quantidade de resíduo adicionado nas misturas, devido ao alto teor de finos nos materiais.

Os resultados comparando traços estão nos gráficos a seguir.

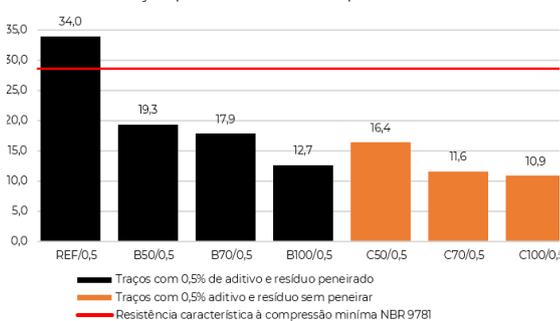
Gráfico 1 – Traços peneirados com e sem aditivo



Fonte: os autores (2022).

Nota-se que todos os traços com adição de resíduo tiveram resistências abaixo do esperado e que conforme a porcentagem de resíduo aumentou a resistência dos blocos diminuiu gradativamente. No entanto, quando adicionado 0,5% de aditivo nas misturas as resistências, houve uma melhora nos resultados.

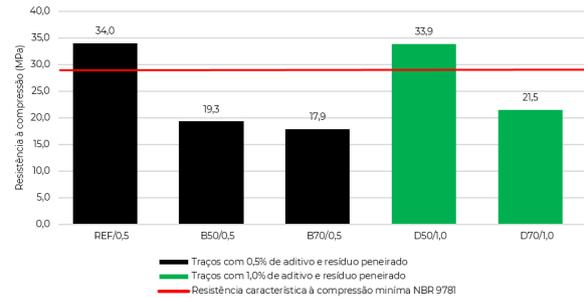
Gráfico 2 – Traços peneirados e sem peneirar com aditivo



Fonte: os autores (2022).

Percebe-se o decréscimo na resistência utilizando o agregado sem peneirar, fato este que se dá, provavelmente, por existir muitos torrões de argamassa que se tornam um ponto frágil na mistura.

Gráfico 3 – Traços peneirados com 0,5% e 1,0% de aditivo



Fonte: os autores (2022).

Entre os traços B50/0,5 e D50/1,0 houve um aumento na resistência de 76%, praticamente idêntico ao traço REF/0,5 (34 MPa). Nos traços com 70% de substituição, o aumento foi de 20%, mas abaixo do esperado (28 MPa), mostrando que esse teor de substituição não é eficiente.

Sobre a absorção, somente os traços REF/0,5, D50/1,0 e D70/1,0 apresentaram valores inferiores a 6%, máximo estabelecido pela norma.

4 CONCLUSÕES

O resíduo aumentou o consumo de água das misturas devido ter 22% de material pulverulento em sua composição, influenciando nos ensaios de absorção, onde os traços com as maiores relações água/cimento apresentaram também maior porosidade. Sobre resistência à compressão, a substituição da areia natural pelo agregado reciclado se mostrou eficaz com 50% de substituição e 1,0% de aditivo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781 – Peças de concreto para pavimentação – Especificações e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16973 – Agregados - Determinação do material fino que passa pela peneira de 75 um por lavagem**. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67 – Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

MENOSSEI, Rômulo Tadeu. **Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2004.

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE CURA EM CONCRETO COLORIDO DE PÓS REATIVOS VISANDO MINIMIZAR A EFLORESCÊNCIA

Renata Fornari¹; Maiara Foiato²; Jhulis M. Carelli³

¹ Graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; eng.renatafornari@gmail.com

² Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; maiara.foiato@unoesc.com.br

³ Mestra em Estruturas pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; jhulis.carelli@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O concreto de pós reativos (CPR) caracteriza-se como um concreto cujas partículas possuem diâmetro menor que 2 mm. A composição básica deste concreto consiste na mistura de cimento Portland, sílica ativa, pó de quartzo, agregado miúdo, aditivo superplastificante e eventualmente fibras metálicas, trabalhando-se para chegar a menor relação água/aglomerante possível (VANDERLEI, 2004). A ousadia da arquitetura moderna e construções em ambientes mais agressivos insere neste contexto o uso do concreto colorido de alta resistência, satisfazendo não só necessidades arquitetônicas de utilização do concreto como elemento estético, mas também a garantia de propriedades mecânicas excelentes. Entretanto, uma das consequências da adição de pigmentos ao concreto branco, é que este tende a causar uma interferência significativa nas propriedades mecânicas, além de intensificar a manifestação da eflorescência. As condições fundamentais para que aconteça o aparecimento da eflorescência são a coexistência de sais solúveis, água e condições ambientais que permitam a lixiviação e evaporação da água. Deve-se entender que a eflorescência é um processo que pode ocorrer devido à hidratação do cimento. Na aplicação do concreto, a eflorescência aparece como uma película branca na face exterior (PARISOTTO, 2019).

Além disso, destaca-se que para que sejam alcançadas resistências à compressão elevadas do CPR, acima de 150 MPa, é necessário que seja dada importância especial à cura do concreto. Este processo tem como objetivo evitar a perda de água de amassamento da mistura e a correta hidratação dos aglomerantes. As condições que provocam a evaporação da água da mistura são basicamente a temperatura ambiente, o vento e a umidade relativa do ar.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi analisar a influência de diferentes tipos de cura em concreto

colorido de pós reativos buscando minimizar o surgimento da eflorescência.

2 METODOLOGIA

O programa experimental foi composto por 24 traços de concreto. Os pigmentos utilizados no estudo foram de cor vermelho e verde. Os corpos de prova foram submetidos a diferentes métodos de cura, onde todos permaneceram até a idade de rompimento (28 dias). As curas utilizadas foram: cura submersa convencional (23 °C), submersa térmica (60 °C), térmica não submersa (60 °C) e cura química utilizando os seguintes produtos: CuraTec PVA; CuraTec PA22, hidrofugante e parafina.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação da eflorescência, os CPs foram analisados através de fotografias após 28 dias de cura. As fotografias foram realizadas na presença de um fundo preto para facilitar a visualização e diferenciação dos contrastes entre as peças de cada traço. A cura submersa térmica à 60 °C foi a que provocou maiores depósitos salinos nas superfícies dos concretos, conforme mostra a Fotografia 1.

Fotografia 1 – Concretos após cura submersa térmica



(a) (b)
Fonte: os autores (2020).

Este comportamento pode ser explicado devido aos ambientes úmidos, que contribuem para que aconteçam as reações químicas que causam a eflorescência, fa-

zendo com que a água que dissolve os hidróxidos de cálcio evapore para a superfície, reagindo com o dióxido de carbono e formando, portanto, as manchas brancas.

Quanto à cura que se destacou quanto a maior intensidade de cor e menor surgimento de eflorescência, foi a cura com parafina (Fotografia 2).

Fotografia 2 – Concretos após cura com parafina



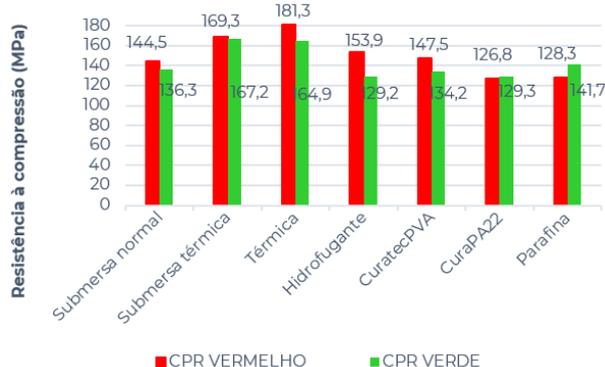
(a) (b)

Fonte: os autores (2020).

A parafina possui propriedades termoplásticas e de repelência à água, ou seja, não possui função de hidratação, mas previne a perda de água formando uma barreira protetora. Conforme consta na Fotografia 2, dentre as suas características, estão a pureza e o brilho. Os produtos normalmente indicados são à base de água ou parafina incolor, devendo ser aplicados de modo a formar uma película muito fina e contínua. Pode-se perceber também que o traço com pigmento vermelho foi o que demonstrou maior intensidade de cor em relação ao verde.

Ao analisar os resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão, verificou-se que a cura térmica no concreto vermelho foi a que apresentou o maior resultado (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Maior resistência à compressão (MPa) dos traços após 14 dias de idade



Fonte: os autores (2020).

Percebe-se, pelos resultados, que quando os concretos de pós reativos são submetidos a um tratamen-

to térmico ocorreu a melhora das propriedades mecânicas do material. Ainda, segundo Gomes (2018), pigmentos inorgânicos como o verde possuem uma forma acicular e irregular, o que pode ocasionar um maior volume de vazios, pois não possuem um empacotamento adequado com o concreto, ocasionando assim a diminuição da resistência à compressão.

4 CONCLUSÕES

A cura realizada com parafina apresentou o melhor desempenho no quesito eflorescência, resultando em corpos de prova com poucas ou quase nada de manchas brancas na superfície. As análises realizadas de forma visual permitiram identificar aumento da tonalidade da cor. Por outro lado, ao analisar a resistência à compressão, as curas que mais se destacaram foram as térmicas, devido a formação de hidratos cristalinos que melhoram as propriedades mecânicas do material. A variância de resistência entre a cura térmica e a parafina foi de 41%. Diante do exposto, pode-se afirmar que a parafina obteve resultados satisfatórios ao ser inserida no concreto colorido, sendo que o surgimento da eflorescência foi insignificante. Apesar das propriedades mecânicas não serem tão satisfatórias, ainda assim, considera-se que obteve o melhor resultado, levando em consideração o baixo custo de mercado do produto.

REFERÊNCIAS

GOMES, J. R. F. Estudo da dosagem do concreto colorido de alto desempenho no estado do Ceará. In: XIII ENCONTRO DE PESQUISADORES DA UNICHRISTUS, 2018, Ceará. **Anais [...]**. Ceará, 2018.

PARISOTTO, A. **Avaliação colorimétrica da presença de eflorescência em corpos cerâmicos de argila vermelha com ação de íons cálcio e sulfato**. 2019. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

VANDERLEI, R. D. **Análise experimental do concreto de pós-reativos: dosagem e propriedades mecânicas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

ESTUDO DE UM SISTEMA IPT - TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA SEM FIO

Carlos L. Lazzari¹; Gustavo Couto²; Renato Gregolon Scortegagna³; Jean Patrick Prigol⁴

¹Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; carlos.leonardo290403@gmail.com

²Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; gustavo.couto2001@gmail.com

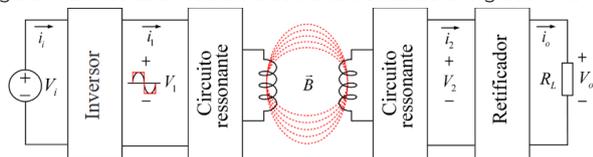
³Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; renato.scortegagna@unoesc.edu.br

⁴Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; jean.prigol@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Transferência de energia sem fio, do inglês *Wireless Power Transfer* (WPT), é a tecnologia que permite a transferência de energia elétrica de uma fonte para uma carga através de um espaço livre de ar, sem fios interligados (LU *et al.*, 2016). Em geral, como apresentado na Figura 1, os sistemas WPT são compostos por uma estrutura básica de blocos. A energia da fonte de corrente contínua V_i é transformada em um sinal de alta frequência, entre 100 e 205 kHz, de acordo com o estabelecido pela norma Qi-WPC da *Wireless Power Consortium* para aplicações de baixa potência. Esse sinal é transferido pelo ar por meio de circuitos ressonantes e, por fim, é convertido em corrente contínua através de um retificador de alta frequência.

Figura 1 – Blocos de um sistema de transferência de energia sem fio



Fonte: os autores (2022).

O acoplamento entre duas bobinas é denominado acoplamento indutivo. Ele é formado por um circuito com duas portas, composto por duas bobinas planas. Assim, a geometria das bobinas, suas posições relativas e os materiais próximos, afetam a distribuição do campo magnético entre as bobinas, que assim determinam o fator de acoplamento.

2 METODOLOGIA

De acordo com Marinescu e Dumbrava (2016), o fator de acoplamento (k) pode ser determinado através da equação 1, onde L_1 e L_2 são as autoindutâncias, M é a indutância mútua das bobinas, e U refere-se a tensão presente nas respectivas portas do circuito, sendo:

$$\frac{U_2}{U_1} \cdot \frac{U_1'}{U_2'} = \frac{M^2}{L_1 \cdot L_2} = k^2 \quad (1)$$

Esse método consiste em medir a relação de tensão entre as bobinas aplicando tensão em cada uma delas conforme descrito: aplica-se tensão na bobina 1 e mede-se a tensão induzida na bobina 2, então aplica-se tensão na bobina 2 e mede-se a tensão induzida na bobina 1, calculando-se por meio da equação 2.

$$k = \sqrt{\frac{U_2}{U_1} \cdot \frac{U_1'}{U_2'}} \quad (2)$$

Com os valores de acoplamento previamente definidos para cada distância específica entre as bobinas, é necessário que sejam definidos, por meio das equações 3 e 4, os valores dos conjuntos de capacitores que serão colocados na bobina transmissora (C_1) e na bobina receptora (C_2), compondo assim o circuito ressonante.

Estes valores são definidos através de uma relação entre a frequência da tensão de entrada, o valor dos indutores L_1 e L_2 , e o fator de acoplamento (k). Esta relação é apresentada, respectivamente, nas seguintes equações (SHEVCHENKO *et al.*, 2019).

A aplicação destes conceitos e relações matemáticas, permite com que sejam definidos os conjuntos de capacitores e a distância entre as bobinas, de forma a encontrar a melhor relação de eficiência entre as bobinas do circuito final. Para medir a capacitância dos conjuntos de capacitores foi utilizado um dispositivo da marca Minipa chamado Ponte LCR MX1050.

Simulações foram realizadas com a utilização do software PSIM e com experimentações práticas realizadas em laboratório, utilizando um analisador de potência WT500 Yokogawa, dois osciloscópios e duas fontes de tensão com a finalidade de alimentar os circuitos de comando e potência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a utilização dos métodos previamente explicados, foram realizados testes, em diferentes distâncias (mm)

entre as bobinas, em um circuito de transmissão de energia sem fio. Os resultados obtidos durante o teste e o cálculo do fator de acoplamento estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Fator de Acoplamento (k)

Teste (n.)	Distância entre as bobinas (mm)	Fator de Acoplamento
1	3	0,56807
2	8	0,36596
3	13	0,22441

Fonte: os autores (2022).

Assim, é possível, através dos valores encontrados e das equações previamente definidas, definir-se os valores de cada um dos conjuntos de capacitores para a bobina transmissora () e bobina receptora (), estes que, estão apresentados na Tabela 2.

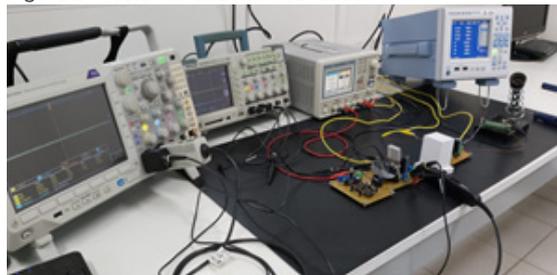
Tabela 2 – Capacitores (C)

Teste (n.)	(nF)	(nF)
1	176,42	55,06
2	137,97	59,47
3	125,83	61,79

Fonte: os autores (2022).

Foram realizados testes em bancada utilizando os equipamentos supracitados, com uma distância de 3mm entre as bobinas que apresentava o maior fator de acoplamento, e conseqüentemente, o maior rendimento global dentre as 3 distâncias analisadas. A montagem realizada é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Teste realizado em bancada

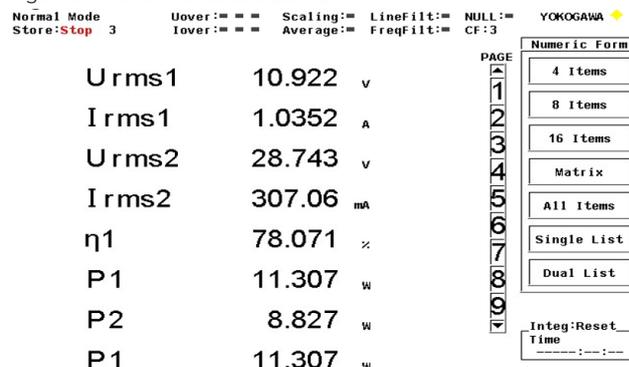


Fonte: os autores (2022).

Na Figura 3, que foi registrada usando o analisador de potência, é possível visualizar que obtivemos um rendimento global de 78,071%, este rendimento é inferior aos rendimentos aceitáveis para este tipo de circuito que ficam em torno de 90%. No entanto, devido a limitação de tensão nos componentes utilizados, os testes foram realizados em baixa potência, na ordem de dezenas de Watts. Esse rendimento é característico em sistemas de baixa potência, pois a perda nos componentes eletrônicos é a mesma tanto em sistemas de baixa quanto de alta potência.

Para aumentar o rendimento, seria necessário utilizar componentes que suportem tensões na ordem de centenas de Volts, como também, diodos Schottky no circuito retificador, com o intuito de diminuir as perdas e aumentar o rendimento do circuito.

Figura 3 – Rendimento do sistema



Fonte: os autores (2022).

4 CONCLUSÕES

Em síntese, depois de realizar o estudo prévio dos componentes, e das técnicas utilizadas para produzir o circuito, foram definidos os valores de capacitância e do fator de acoplamento a partir de diversos testes, possibilitando a transferência de energia sem fio, e a análise dos rendimentos obtidos, além de possibilitar futuros testes a fim de aumentar o rendimento do sistema.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina (UNIEDU) pela concessão da bolsa de iniciação científica do Art. 170 - EDITAL N. 39 / UNOESC-R/2021.

REFERÊNCIAS

- LU, Fei *et al.* An Inductive and Capacitive Combined Wireless Power Transfer System With LC Compensated Topology. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 31, n. 12, p. 8471-8482, Dec. 2016.
- MARINESCU, Andrei; DUMBRAVA, Ionel. "Using VNA for IPT coupling factor measurement". *In*: 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC). **IEEE**, p. 1026-1030, 2016.
- SHEVCHENKO, Viktor *et al.* "Compensation Topologies in IPT Systems: Standards, Requirements, Classification, Analysis, Comparison and Application." **IEEE Access**, v. 7, p. 120559-120580, 2019.

ESTUDOS DE PRECIPITAÇÃO E EVAPORAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO MEIO-OESTE CATARINENSE

João P. de Freitas¹; Gislaine Luvizão²; Fabiano Alexandre Nienov³

¹Graduando em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; jp.freitas@unoesc.edu.br

²Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaine.luvizao@unoesc.edu.br

³Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; fabiano.nienov@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Desde o princípio a humanidade já tinha conhecimento da importância da água para a sobrevivência. Da mesma forma que a maioria dos municípios hoje em dia estão localizados próximos aos rios, antigos povos também adotavam a mesma estratégia e povoavam próximo aos rios, tendo como exemplo o Rio Nilo que foi fonte de água para várias civilizações, tanto para o uso humano como para a agricultura. A falta de água nos tempos atuais está cada vez mais preocupante para a sociedade, uma vez que além de primordial para a vida, está ligada direta e indiretamente na produção de alimentos. Ter conhecimento e dados referente ao ciclo da água tem sido significativo para as autoridades governamentais, pois, podem se antecipar a uma estiagem por exemplo e tomar medidas necessárias para o abastecimento como também para possíveis problemas causados pelos excessos de chuvas que podem elevar o nível de rios e por em risco a vida de pessoas que residem nas margens. Obter informações referente ao ciclo hidrológico contribui para a tomada de decisões e medidas a serem adotadas para colaborar com o bem estar da população.

2 METODOLOGIA

Dentre os parâmetros que fazem parte do ciclo hidrológico, estão os de precipitação e evaporação, que foram levantados nos municípios do meio oeste catarinense sendo: Vargem Bonita, Água Doce (urbano), Água Doce (rural), Joaçaba e Campos Novos. Os estudos envolvendo todos os ensaios foram realizados entre os anos de 2020, 2021 e 2022.

Os valores de precipitação como sugere Pedrazzi (1999 apud LUVISON, 2016) podem ser obtidos através de pluviômetros e pluviógrafos. Foi utilizado de pluviômetros portáteis neste estudo (Fotografia 1), contendo uma unidade em cada local e realizadas leituras diárias.

Fotografia 1 - Pluviômetro portátil instalado



Fonte: os autores (2022).

O pluviômetro mede a precipitação em milímetros (mm), onde cada milímetro representado 1 litro de água por metro quadrado numa superfície plana.

Os estudos de evaporação foram realizados através do uso do Tanque Classe A que de acordo com as orientações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2001), consiste em um tanque metálico (Fotografia 2) com 120,7cm de diâmetro e altura de 25cm. Este método consiste na leitura diária da evaporação no tanque, gerando assim a evaporação do tanque classe A (ECA), que depois pode ser convertida em evapotranspiração de referência (ET_o).

Fotografia 2 - Tanque Classe A instalado



Fonte: os autores (2022).

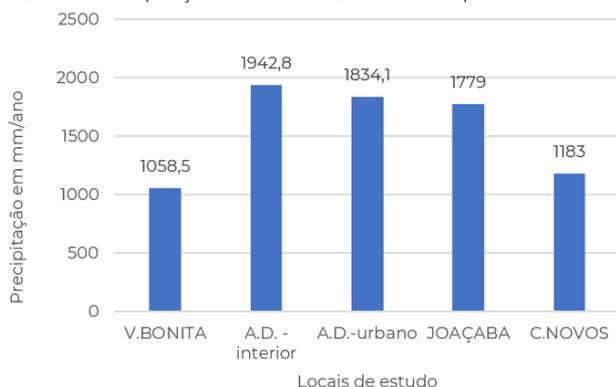
Para obter a ET_o é necessário também um coeficiente (K_p) que depende da bordadura ao redor do tanque (F), da velocidade do vento (V_w) e da umidade relativa do ar (UR).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de precipitação para todos os municípios foram registrados entre o início do mês de dezembro de 2020 até o final do mês de novembro de 2021.

O Gráfico 1 apresenta os valores da precipitação anual que ocorreram em todos os municípios estudados.

Gráfico 1 - Precipitação anual em todos os municípios

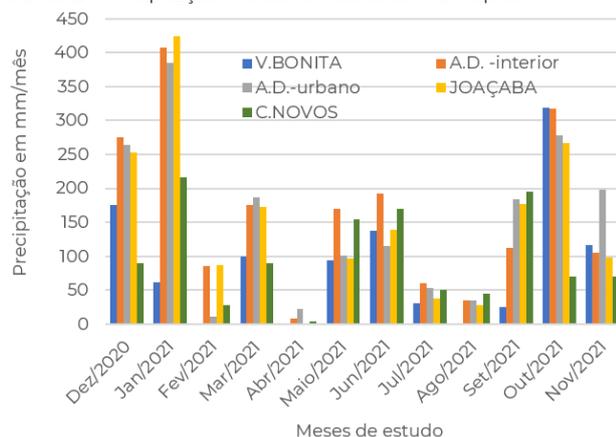


Fonte: os autores (2022).

Os valores registrados em Água Doce - Interior (maior valor) apresentam cerca de 83% a mais do que o registrado Vargem Bonita (menor valor).

O Gráfico 2 apresenta valores mensais de precipitação em cada município.

Gráfico 2 - Precipitação mensal em todos os municípios

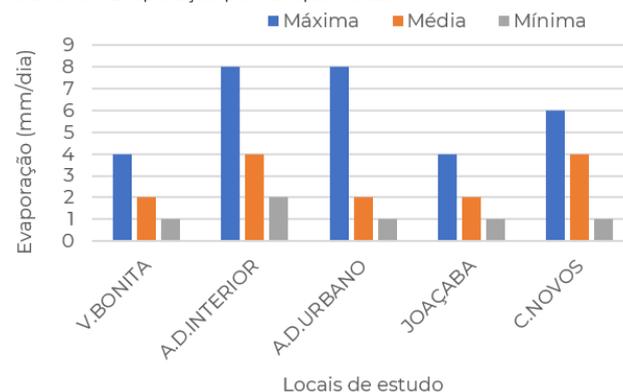


Fonte: os autores (2022).

Observa-se que as maiores precipitações ocorrem nos meses de verão entre novembro e janeiro, devido as chuvas de curta duração e grande intensidade.

Os resultados de evaporação podem ser visualizados no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Evaporação por Tanque Classe A



Fonte: os autores (2022).

Os valores médios de K_p e E_{to} encontrados através dos valores de evaporação, estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Valores médios de K_p e E_{to}

	Vargem Bonita	A. Doce (interior)	A. Doce (urbano)	Joaçaba	Campos Novos
K_p	0,80	0,79	0,80	0,76	0,78
E_{to}	1,68	3,12	2,32	1,53	3,27

Fonte: os autores (2022).

4 CONCLUSÕES

A evaporação além de depender da temperatura do ar, vento, ocorre de acordo com a disponibilidade de água na superfície, ou seja, depende da precipitação, que por sua vez também será maior de acordo com a evaporação. Os meses que apresentam menores valores de precipitação, certamente serão os que terão menor volume de evaporação. Este fenômeno é mais lento nos meses que apresentam temperaturas mais baixas, de fevereiro a agosto.

AGRADECIMENTO

SED – Secretaria de Estado da Educação (Uniedu).

REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Determinação da evapotranspiração de referência com base na evaporação do tanque Classe A na região noroeste de São Paulo.** Comunicado técnico. N. 37, abr./01, p. 1-4. ISSN 1516-8093. 2001.
- LUVIZON, Francisco. **Processamento e atualização de dados de precipitação e vazão da bacia do rio do peixe – SC (1977-2015).** 2016. Estágio Supervisionado II (Graduação em Engenharia Civil), Universidade do Oeste de Santa Catarina, Joaçaba, 2016.

ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA EDIFICAÇÕES COMERCIAIS E DE SERVIÇO: ILUMINAÇÃO DO BLOCO 7 - UNOESC JOAÇABA

Bianca Vieira¹; Kleyton Hoffmann²

¹ Graduanda em Engenharia Elétrica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; bianca.vieira@unoesc.edu.br

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; kleyton.hoffmann@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica em indústrias, residências e ambientes comerciais é sempre motivo de atenção, por se tratar de um alto custo para todos os setores (SOBREIRA, 2017). Juntamente com o aumento do consumo de energia, o custo se eleva e surgem cada vez mais alternativas para deixá-la mais barata, eficiente e sustentável. A etiquetagem de eficiência energética em edificações é um programa da PROCEL que visa analisar o consumo de energia elétrica e torná-lo o mais eficiente possível, obtendo assim, a etiqueta de edificação eficiente energeticamente.

Para obtenção da etiquetagem, são analisados três itens: iluminação, envoltória e condicionamento de ar. Fazendo medições e criando um diagnóstico energético desses requisitos, é possível analisar a edificação do Bloco 7 da Unoesc Joaçaba, campus 2, e verificar em qual nível ela se encontra, possibilitando a correção de fatores que não são eficientes ou consomem energia sem necessidade. Neste momento, é analisada a parte de iluminação artificial da edificação. De acordo com a NBR 8995-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), é necessário definir níveis mínimos de iluminação para determinadas atividades, aumentando o desempenho das mesmas. Observa-se que há um consumo direto quando a eletricidade é utilizada para gerar luz, e um consumo indireto, que provém do calor gerado nesse processo. Com um sistema eficiente de iluminação, é possível ter os níveis adequados de energia e o mínimo consumo, gerando a menor carga térmica possível.

Tendo como objetivo obter a etiquetagem de eficiência energética, um dos itens de análise é a iluminação. Para obter a etiqueta de iluminação, 3 pré-requisitos devem ser cumpridos, divisão dos circuitos, contribuição de luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação. Ao analisar estes itens, é possível analisar em qual nível a edificação se enquadra.

Em trabalhos futuros será estudado a envoltória e todo o sistema de condicionamento de ar do prédio. Com os valores obtidos, utilizando a equação final e somando com as bonificações, será definido o valor final e o nível de eficiência da edificação.

Na seção da metodologia, serão explicados os procedimentos utilizados para a classificação do nível de iluminação da edificação.

2 METODOLOGIA

Para fazer a análise da iluminação, primeiramente foi necessário definir qual método de classificação seria utilizado e quais seus pré-requisitos. Para isso, foi utilizado como base o Método RTQ-C, este é o manual utilizado para obtenção da Etiquetagem (PROCEL *et al.*, 2016). Observando o funcionamento do Bloco 7, foi estabelecido que as principais funções desempenhadas nele são: universidade, biblioteca e restaurante. Com apenas três atividades principais, foi possível utilizar o método das áreas para classificação da parte de iluminação. Este método consiste em observar todos os espaços, calcular a área e a quantidade de lâmpadas com suas respectivas potências e realizar um cálculo de divisão de potência por área, que resultará em um *EqNumDPI* (Equação Numérica que definirá a Densidade de Potência de Iluminação). De acordo com a Tabela 1 do limite máximo aceitável para densidade de potência de iluminação do Método RTQ-C, estes são os valores limite para classificação de cada nível.

Tabela 1 – Valores limite de *EqNumDPI* para cada nível nos ambientes de Universidade, Biblioteca e Restaurante

Ambiente	Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5
Biblioteca	12,7	14,6	16,5	18,4
Restaurante	9,7	11,2	12,6	14,1

Fonte: os autores (2022).

Utilizando a planta baixa do Bloco 7, foram calculadas as áreas de todos os ambientes e todas as potências

das lâmpadas, tendo em mente que o Bloco já passou por um processo de mudança de todas as lâmpadas para LED em um projeto de eficiência feito pela CELESC. Todas as salas apresentaram um $EqNumDPI$ abaixo do limite para o nível A (conforme pode ser observado na Tabela 2), mostrando que a eficiência luminosa das salas é nítida e correta, pois atende as normas da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), que exige a quantidade de lúmens necessária para leitura e estudos.

Tabela 2 – $EqNumDPI$ de cada ambiente utilizando o cálculo de potência/área

Ambiente	Área	Potência	$EqNumDPI$
Universidade	4759,22m ²	20668 W	4,3274
Biblioteca	171,56m ²	558 W	3,2525
Restaurante	18,79m ²	480 W	25,5455

Fonte: os autores (2022).

No entanto, mesmo possuindo um $EqNum$ baixo, é necessário que alguns pré-requisitos sejam concluídos, são eles: a separação dos circuitos, o desligamento automático após determinado horário e o desligamento das lâmpadas que ficam ao lado das janelas para utilização de luz natural. O único que os ambientes do Bloco 7 não cumpre é o desligamento das lâmpadas ao lado das janelas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as Tabelas 1 e 2, é possível observar que calculando a área das salas de aula e a potência das lâmpadas, foram obtidos valores muito abaixo do limite para o nível A, mostrando que a intensidade luminosa nos locais de ensino é a ideal, assim como na biblioteca. No restaurante o $EqNumDPI$ foi maior, entretanto, as lâmpadas são antigas e possuem rendimento baixo, considerando também que há um “painel” fosco, diminuindo a luminosidade. Verificando o restaurante separadamente, na questão de luminosidade, o nível é E, pois o valor ficou bem acima do limite para D.

Analisando separadamente os ambientes, e considerando os pré requisitos a serem atendidos, o nível da Universidade e da Biblioteca ficam em B, pois ambas não possuem o circuito separado para a contribuição de luz natural. Como o restaurante fica no nível E, é necessário multiplicar as potências com seus respectivos níveis para determinar o $EqNumDPI$ final da edificação e dividir pela potência total.

$$EqNumDPI = (20668 \times 2) + (558 \times 2) + (480 \times 5) / P_{total}$$

$$EqNumDPI = 2 \quad (1)$$

Sendo assim, de acordo com a equação 1 e com as informações do Método RTQ-C, o nível final da edificação é D.

4 CONCLUSÕES

É possível verificar que a economia de energia elétrica é necessária para reduzir custos. Considerando que a iluminação artificial gera gastos e perdas, porém se torna necessária nas edificações, basta torná-la eficiente e adequada nos ambientes, consumindo apenas o essencial e respeitando as normas exigidas. Os ambientes Universidade e Biblioteca atendem os valores exigidos, sendo nível A mas decaindo para nível B por não possuírem circuito separado nas janelas. O ambiente do Restaurante acaba sendo nível E pelo seu $EqNumDPI$ e permanecendo em E por não possuir circuito separado nas janelas. Diante dos resultados, medidas podem ser tomadas para melhorar esses valores, como por exemplo a utilização de sensores nas lâmpadas das janelas, que as mantêm desligadas quando há presença de luz solar. Na questão do Restaurante, as lâmpadas e seus painéis podem ser trocados, a fim de melhorar a iluminação do local e diminuir a potência utilizada no mesmo. Substituindo as lâmpadas do restaurante e organizando os circuitos das janelas para aproveitamento da luz natural, a edificação poderá obter o nível A no quesito Iluminação.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR/ISO 8995-1. **Iluminação de Ambientes de Trabalho**. Abr. 2013. p. 1-54. http://paginapessoal.utfpr.edu.br/vilmair/instalacoes-prediais-1/normas-e-tabelas-de-dimensionamento/NBRISO_CIE8995-1.pdf/view. Acesso em: 8 maio 2022.
- PROCEL EDIFICA; ELETROBRAS; INMETRO; CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Manual para Aplicação do RTQ-C**. 1 jun. 2016. p. 123-133. Disponível em: <http://www.pbgedifica.com.br/sites/default/files/manualLrtqc2016.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2022.
- SOBREIRA, Sandro G. Alves. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A ILUMINAÇÃO**. 2017. 20 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2017. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/964/1/MONOGRAFIA_Efici%C3%AanciaEner%C3%A9ticaAplicada..pdf. Acesso em: 26 abr. 2022.

MAPEAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) NA CIDADE DE JOAÇABA/SC VISANDO À QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO

Julia Mombach Huf¹; Gislaine Luvizão²; Fabiano Alexandre Nienov³

¹ Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; juliahuf15@gmail.com

² Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; gislaine.luvizao@unoesc.edu.br

³ Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina, fabiano.nienov@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O monóxido de carbono (CO) é um gás conhecido a diversos anos que causa múltiplos danos à saúde humana e poluição ao meio ambiente, já que o mesmo é proveniente de uma reação incompleta de combustão de substâncias abundantes em carbono. É um gás que é classificado como um asfiziante químico visto que impede a utilização do oxigênio.

Quando encontrado em baixa concentração, aproximadamente 50 ppm, causa leves dores de cabeça e sintomas de envenenamento, já quando encontrando em concentrações maiores que 400 ppm, a inalação do monóxido de carbono leva a fortes dores de cabeça, fraqueza e vômito. Esses sintomas são obtidos até 2 horas após o início da inalação, quando a intoxicação é leve, respirar ar fresco é o suficiente.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo mapear a concentração de monóxido de carbono em áreas distintas no município de Joaçaba/SC visando avaliar se a emissão atende a legislação ou compromete a qualidade do ar para a população.

2 METODOLOGIA

Para a realização do presente estudo foi mapeado a concentração do monóxido de carbono no município de Joaçaba que, encontra-se no meio oeste de Santa Catarina. De acordo com o IBGE, o município conta com mais de 26 mil veículos dentre automóveis, caminhão, caminhão trator, camionetes, micro-ônibus, motos, entre outros, o mesmo possui uma população estimada próximo de 30 mil habitantes (IBGE, 2020).

O equipamento utilizado para realizar-se a medição trata-se de um medidor de monóxido de carbono, aparelho modelo AS8700A.

Para a realização da presente pesquisa foram selecionados alguns pontos no perímetro urbano da cidade

de Joaçaba, em específico em locais com maior fluxo de pessoas e veículos. Para a determinação dos locais foram adotados os seguintes critérios e os respectivos locais:

- Ponto 1: Avenida Santa Terezinha (área industrializada);
- Ponto 2: Avenida Santa Terezinha (interseção do tipo rótula).
- Pontos 3 e 4: Avenida XV de novembro (presença de semáforo e, sem semáforo com grande fluxo);
- Ponto 5: Rua Salgado Filho (rua reta com baixo e alto fluxo);
- Ponto 6: Loteamento Brisas do Vale (pouco urbanizada).

Para verificar o CO em veículos parados primeiramente, escolheu-se uma motocicleta do modelo Cg 125 cilindradas, ano 2016; um caminhão modelo Constellation 250 cilindradas, ano 2013 e um automóvel do modelo Golf Comfortline 1.4 TSi AT, ano 2015, foram realizadas três medições: quando o veículo dá a ignição, após um minuto ligado e após três minutos ligado. Estando o aparelho AS8700A localizado na saída, a 1 metro e a 3 metros do escapamento.

As medições realizadas nos automóveis em movimento foram realizadas em dois dias, sendo eles, 17 de agosto de 2021 e 19 de agosto de 2021, sem a presença de chuvas ou ventos fortes e feriados durante a semana. Para realizar a medição escolheu-se os horários com maiores pontos de pico durante a manhã (7h às 8h30), após o meio dia (13h às 14h) e ao anoitecer (18h às 19h). Iniciando sempre na Avenida Santa Terezinha (área industrializada) e terminando no Loteamento Brisas do Vale (área pouco urbanizada), aferindo a concentração de CO no meio fio. Lembrando que o aparelho se encontrava a aproximadamente 1,45m da superfície.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as concentrações de monóxido de carbono obtidas durante o estudo para os veículos parados. É importante lembrar que o aparelho utilizado para reali-

zar as aferições possui um nível máximo de 1.000 ppm (partes por milhão), valor que em alguns casos foi ultrapassado.

Tabela 1 - Níveis de CO (ppm) no momento que o veículo dá a ignição

Distância	Carro	Motocicleta	Caminhão
Escapamento	+1.000	298	+1.000
1 m	536	42	+1.000
2 m	184	20	423

Fonte: os autores (2022).

Ao analisar a Tabela 1 é possível notar que todos os veículos apresentaram concentrações altas no momento que é realizada a ignição, isto se dá ao fato de que o motor do veículo necessita da queima de combustível para funcionar, consequentemente, queimando-o e liberando gases para o ar atmosférico. Após a ignição, com o motor já aquecido, os níveis de gases liberados diminuem, fato apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Níveis de CO (ppm) após um minuto com o veículo ligado

Distância	Carro	Motocicleta	Caminhão
Escapamento	69	23	551
1 m	15	12	196
2 m	5	1	62

Fonte: os autores (2022).

Pode-se notar que ocorreu uma grande redução dos níveis de monóxido de carbono quando o veículo já se encontrava ligado, principalmente no carro e na motocicleta, ou seja, veículos leves.

Mediu-se por aproximadamente 10 minutos a concentração de monóxido de carbono e anotou-se os maiores níveis encontrados no aparelho AS8700A. São demonstradas na Tabela 3 os níveis de CO encontrados em todos os pontos selecionados, lembrando que o medidor estava localizado próximo aos automóveis.

Tabela 3 - Níveis máximos de CO (ppm) nos pontos selecionados

Horário/Ponto	01	02	03	04	05	06
7h às 8h30	0	7	0	0	0	0
13h às 14h	0	8	0	0	0	0
18h às 19h	0	0	10,5	0	0	0

Fonte: os autores (2022).

A grande diferença de CO entre as ruas se dá ao fato de que as mesmas possuem diferentes tipos de movimentação e principalmente, devido ao congestionamento.

4 CONCLUSÕES

Apesar dos níveis serem consideravelmente altos, estão dentro do aceitável pela Resolução n. 492, de-

cretada em 20 de dezembro de 2018, onde afirma que os veículos não devem exceder a concentração de 1000 mg/km de CO. Porém, a intoxicação nos indivíduos não ocorre apenas pelo contato com o monóxido de carbono, mas sim, com a mistura de todos os gases que estão presentes na atmosfera no dia a dia.

Por fim, conclui-se que é de extrema importância os estudos que relatam sobre a intoxicação por monóxido de carbono, visando sempre a qualidade de vida dos seres humanos. Vale ressaltar que existem diversos estudos sobre intoxicação quando encontrado em grandes concentrações, porém, poucos estudos que falam sobre intoxicações em baixos níveis, os quais a população está exposta diariamente.

AGRADECIMENTO

Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (Uniedu).

REFERÊNCIAS

IBGE. **Censo Brasileiro 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joacaba/panorama>. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 492**, de 19 de novembro de 2018. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kuj-rw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603. Acesso em: 26 jun. 2021.

MEDIÇÃO DE FORÇA DE DOBRA DE VINCO EM EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO: AJUSTE DE CÉLULA DE CARGA

Jhonatan H. de Andrade¹; Kleyton Hoffmann²; Marconi Januário³

¹ Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; jhonatan.andrade@unoesc.edu.br

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; kleyton.hoffmann@unoesc.edu.br

³ Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; marconi.januario@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A fim de atender as necessidades dos clientes e de normas vigentes é necessário o controle da qualidade de processos produtivos, garantindo a padronização dos produtos fabricados. No processo de fabricação de caixas de papelão ondulado um parâmetro crítico para o controle é a qualidade do processo de formação de vinco.

Pelo fato de não existir uma padronização de teste de qualidade para averiguação da dobra de vinco do papelão ondulado, é necessário o desenvolvimento de técnicas para medição da força na dobra de vinco, sendo utilizada uma célula de carga para medição da força aplicada na dobra, a qual foi calibrada e determinada a precisão (SEMIONI *et al.*, 2019).

Entretanto, essa célula deve ser submetida a testes, a fim de verificar seu comportamento nas medições. Os testes foram realizados com base na ISO 7500-1 – Materiais metálicos – Calibração e Verificação de máquinas de ensaio estático uniaxial (NBR ISO 7500-1; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

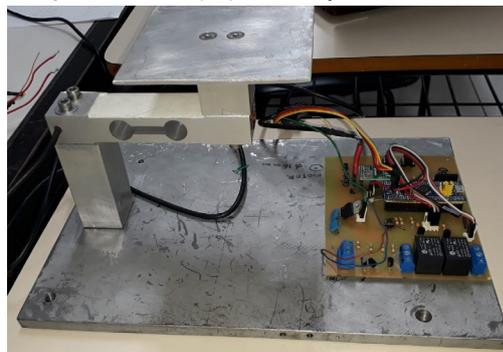
Para a calibração e aferição, foram realizados testes com medições de pesos conhecidos, para de realizar a calibração para a célula de carga. Assim sendo possível realizar o ajuste conforme encontrada a equação que relaciona os valores da saída digital e o peso em gramas que é diretamente proporcional a força para dobrar o vinco de uma caixa de papelão.

Ao decorrer do resumo é explicado como foram realizados os testes e obtidos os resultados, na seção de metodologia está a explicação dos passos que foram seguidos para realizar os testes, já nos resultados e discussões e abordado os valores encontrados e o que os mesmos expressam.

leitura do sinal analógico recebido da célula de carga, e onde é realizado o tratamento do sinal para a conversão do sinal. A célula de carga utilizada nas medições e do tipo *Single Point* com capacidade máxima de 10 kg. Para tal teste, foram realizadas medições com pesos pré-estabelecidos em laboratório. A obtenção dos dados foi realizada em procedimento experimental, realizando assim, três repetições de medições, cada repetição contendo testes com valores crescentes e decrescentes. Após obtido os valores, foi realizado a média das medições, em seguida calculado regressão linear e o coeficiente de determinação da curva (R^2).

Na Fotografia 1 é apresentado o protótipo, o qual foi utilizado para a medição das massas, a qual e composta por uma base de metal e dois suportes para que a célula de carga não sofra nenhum contato interferindo na medição.

Fotografia 1 – Protótipo para medição



Fonte: os autores (2022).

A média dos valores obtidos nos experimentos é demonstrada na Tabela 1. Já no Gráfico 1 pode ser visualizada a curva de regressão linear dos dados, juntamente com a equação da reta e o coeficiente de determinação.

2 METODOLOGIA

Para a realização das medições, foi necessário a utilização de um microcontrolador, que é responsável pela

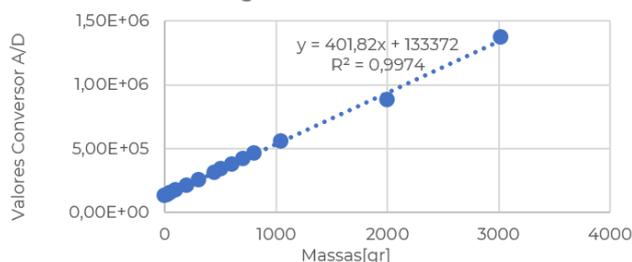
Tabela 1 – Média dos valores Crescente e Decrescente

Massas conhecidas[g]	Conversor A/D
0	131330,3
20	139602,8
50	154245,0
100	172572,7

Massas conhecidas [g]	Conversor A/D
200	213630,5
307,93	258004,2
443,41	314467,2
502,54	342351,3
604,94	380012,0
704,94	421494,0
804,94	461223,8
1048,35	559814,2
2000,52	883021,5
3017,11	1375157,0

Fonte: os autores (2022).

Gráfico 1 – Regressão Linear dos valores obtidos do conversor A/D



Fonte: os autores (2022).

Na Equação 1 é apresentada a função da reta obtida pela regressão linear dos dados.

$$f(x) = 401,82x + 133372 \quad (1)$$

Após encontrada a equação, foi realizado ajustes no microcontrolador, inserindo a nova função obtida pelo Gráfico 1, afim de aumentar a precisão dos valores obtidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando o método previamente apresentado, foram realizados novos testes medindo os valores das massas. Na Tabela 2, são apresentados os valores das massas obtidos durante o teste, e o erro absoluto em gramas calculado para cada medição.

Tabela 2 – Valores obtidos após nova regressão linear

Massas conhecidas [g]	Valor das Massas medidas [g]	Erro Absoluto [g]	Erro Relativo [%]
0	-5,16	5,16	100%
20	15,69	4,31	22%
50	45,23	4,77	10%
100	98,10	1,91	2%
200	201,39	1,39	1%
307,93	310,31	2,38	1%
443,41	396,72	46,69	11%
502,54	513,72	11,18	2%
604,94	619,66	14,72	2%

Massas conhecidas [g]	Valor das Massas medidas [g]	Erro Absoluto [g]	Erro Relativo [%]
704,94	716,31	11,37	2%
804,94	817,56	12,66	2%
1048,35	1078,57	30,22	3%
2000,52	2060,43	59,91	3%
3017,11	3109,55	92,44	3%

Fonte: os autores (2022).

Percebe-se que há um alto valor de erro nas medições de valores abaixo de 100 gramas, tendo erros menos expressivos à medida que se aproxima da carga nominal da célula.

4 CONCLUSÕES

Depois de realizar o estudo prévio do processo da dobra de vinco, o estudo das técnicas utilizadas para padronização da dobra e a realização das medições e ensaios no protótipo, foi possível chegar ao resultado esperado, mesmo que com um erro ainda considerável. Pois, o método para verificação da qualidade de vinco não é um método quantitativo e sim qualitativo visando a comparação entre amostras do mesmo tipo de caixa e não o valor real de força medido. Mesmo assim, constata-se a necessidade de alteração no tipo de célula de carga utilizada, para obter maior precisão, além do valor máximo da medição pode ser reduzido a uma célula de 5 kg.

AGRADECIMENTO

Os autores deste trabalho agradecem ao Governo do Estado de Santa Catarina, através do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina – UNIEDU, Artigo 170 pela bolsa de pesquisa fomentada para o acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica da Unoesc, Jhonatan Heckler de Andrade.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO – 7500-1 (2004)**: Materiais metálicos – Calibração e Verificação de máquinas de ensaio estático uniaxial. Parte 1: Máquinas de ensaio de tração/compressão calibração do sistema de medição da força. ABNT, 2004.
- SEMIONI, Arthur; HOFFMANN, Kleyton; JANUÁRIO, Marconi; PEREIRA, Alexandre; TREVISAN, Sabrina. Proposta de Teste para Verificação de Vinco em Caixas de Papelão Ondulado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL - 52º ABTCP, 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, Brasil, 22-24 out. 2019.

PROTÓTIPO: SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE SINAIS PORTÁTIL

Eduardo S. Oliveira¹; Wesley V. Dalpiva²; Geovani R. Scolaro³

¹ Graduando em Engenharia de Computação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; eduardo.o@unoesc.edu.br

² Graduando em Engenharia de Computação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; wesleydalpiva@gmail.com

³ Doutor em Engenharia Elétrica, com área de conhecimento em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal de Santa Catarina, professor na Universidade do Oeste de Santa Catarina; geovani.scolaro@unoesc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados do IBGE (2010), no Brasil existem cerca de 8.8 milhões de brasileiros possuem alguma deficiência motora. Isso implica da dependência parcial ou total de terceiros para realizar tarefas cotidianas, existem vários núcleos de pesquisas nas engenharias os quais visam buscar soluções para facilitar a inclusão destas pessoas. Todavia, estas pesquisas necessitam de coletas de sinais analógicos para o desenvolvimento e prototipagem, sendo assim é necessário que o indivíduo se desloque até unidades de saúde e/ou centros de pesquisa para realizar a coleta destes sinais fisiológicos. Neste caso os sinais coletados não representam fidedignamente os movimentos realizados nas tarefas cotidianas do mesmo (RODRIGUES JUNIOR; SOUZA, 2021).

Na tentativa de capturar a atividade muscular de um indivíduo e que represente efetivamente com qualidade determinados movimentos este trabalho apresenta as etapas iniciais da implementação de um sistema de aquisição portátil com a coleta de até 6 canais simultâneos, utilizando componentes de baixo custo e de fácil acesso para aplicações de coletas externas das quais não necessitam de uma fonte de energia cabeada. Dessa forma, o indivíduo poderá realizar tarefas corriqueiras em sua residência ou em estabelecimentos que proporcionem reabilitação física, sendo monitorados em tempo real, possibilitando o armazenamento dos sinais coletados para posterior análise.

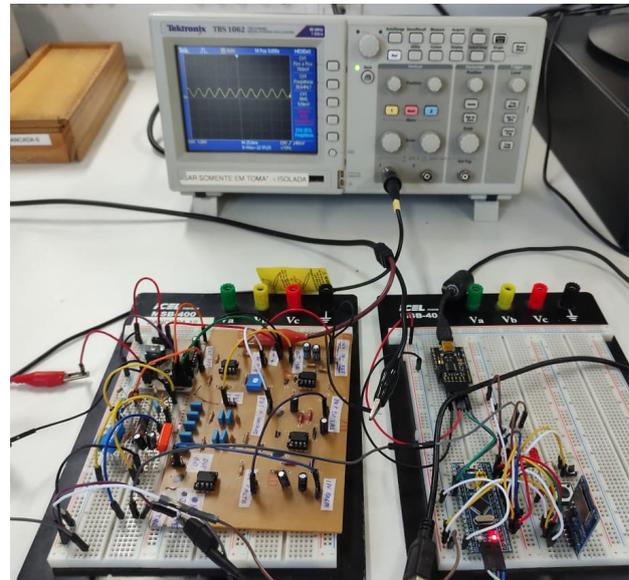
2 METODOLOGIA

Este sistema microcontrolado está sendo construído visando a máxima portabilidade de sua aplicação. O protótipo do sistema é apresentado através da Fotografia 1. Um cartão de memória de 16 Gb do tipo SDHC foi acoplado a um módulo leitor de cartões SD que suporta o sistema de arquivos FAT32, sendo compatível com grande parte dos

sistemas operacionais modernos, o que facilita sua manipulação e leitura dos dados armazenados.

A recepção dos dados, bem como a comunicação com o módulo leitor foi realizada através de um microcontrolador STM32F103C8 que possui suporte para até 16 canais de conversão analógica-digital (conversão A/D) de resolução 12 bits, o qual é responsável pelo gerenciamento e aquisição dos dados. O sinal é multiplexado em 6 canais analógicos e recebido pelo conversor A/D num período de tempo fixo de 2 ms em 2 ms, sendo controlado por um temporizador na frequência de 500 Hz, respeitando o teorema de Nyquist, do qual diz que é necessária uma frequência de amostragem duas vezes superior à frequência máxima do sinal coletado, onde neste caso sinais de eletromiografia (EMG) que não costumam passar de 250 Hz (ALVES; PEZZI, 2013).

Fotografia 1 – Coleta de sinais analógicos sendo visualizado em simultâneo em um osciloscópio



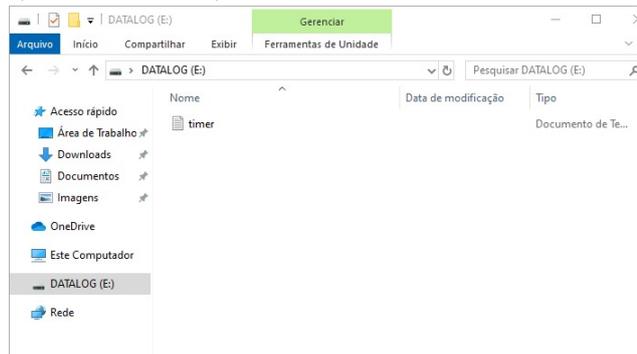
Fonte: os autores (2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *firmware* desenvolvido faz a implementação da FAT32 e gerencia a conversão dos dados analógicos em equivalentes digitais, para então convertê-los novamente

em tensão necessária para a interpretação desses dados. O *firmware* também realiza todo o procedimento necessário para o envio dos dados através da interface de comunicação SPI até o módulo do leitor de cartão de memória, para então serem armazenados fisicamente num cartão do tipo SD-CARD, como pode ser observado através da Figura 1.

Figura 1 – Arquivo salvo pelo microcontrolador dentro do SD-CARD, após uma leitura completa



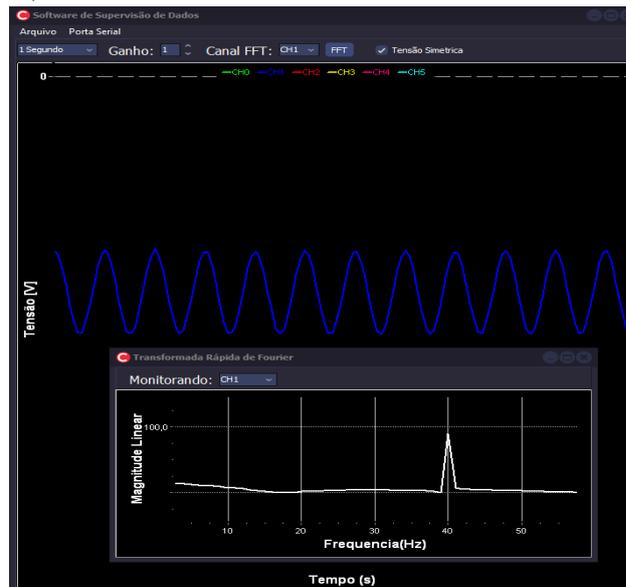
Fonte: os autores (2022).

Os dados coletados através do sistema microcontrolado, podem ser recuperados, reconstruídos e visualizados adequadamente por meio de planilhas de dados, como o Excel, ou também através de um software de visualização de dados desenvolvido especialmente para esta aplicação, conforme apresentado pela Figura 3.

Para a validação do protótipo do sistema, verificando a efetividade da coleta dos dados pelos 6 canais analógicos, foi utilizado um sinal senoidal de 40 Hz, gerado por um gerador de funções, com o objetivo de simular determinadas condições presentes no momento da coleta de sinais reais de EMG. Foram utilizados filtros analógicos do tipo passa-baixa com frequência de corte em 132 Hz e passa-alta com frequência de corte de 16 Hz para delimitar as frequências necessárias para o teste, assim como um filtro *anti-aliasing*, usado para restringir a largura de banda de um sinal na entrada do conversor A/D.

Observando a resposta do sinal apresentado pelo osciloscópio na Fotografia 1, e também pelos dados salvos no SD-CARD e visualizados nos gráficos apresentados pelas Figuras 1 e 2, respectivamente, é possível constatar que os dados salvos condizem com os sinais gerados, garantindo assim a confiabilidade dos dados obtidos pelo sistema durante a coleta de sinais.

Figura 2 – Representação dos sinais coletados em um software de supervisão



Fonte: os autores (2022).

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que o protótipo desenvolvido se mostra eficiente para aquisição de sinais fisiológicos que apresentem frequências até 250 Hz. Os dados armazenados podem ser processados por ferramentas diversas e servirão para a criação de tecnologias para a saúde.

O microcontrolador STM32F103C8 mostrou-se eficiente no gerenciamento de dados de 6 canais analógicos e para a implementação de uma frequência de amostragem de 500 Hz, sendo eficiente também para o gerenciamento e armazenamento desses dados em SD-CARD.

REFERÊNCIAS

ALVES, Leonardo Sehn; PEZZI, Rafael. **Medição de biopotenciais – o Estado da Arte**, 2013.

IBGE. **População residente por tipo de deficiência permanente**. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 06 maio 2022.

RODRIGUES JUNIOR, Omero Martins; SOUZA, Ana Claudia Nascimento. Principais problemas na fase pré-analítica de exames laboratoriais: uma revisão bibliográfica integrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, e261101523662, 2021.