

do IBAPE - PE

REVISTA *técnica*

especial: cinquenta anos do IBAPE - PE

engenheiro homenageado: **Rubens Borges Bezerra**

ARTIGOS
técnicos

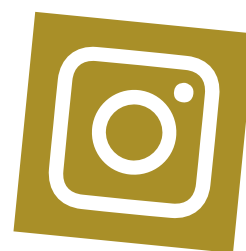
IBAPE
ando

*Lista de
Associados*
IBAPE-PE



INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E
PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO

ANOS



*clique nos ícones e seja redirecionado

SABE O QUE OS ARRANJOS PRODUTIVOS DE PERNAMBUCO TÊM EM COMUM?

UMA ENGENHARIA FORTE QUE TRABALHA POR ELES

ONDE HÁ DESENVOLVIMENTO, HÁ

- ENGENHARIA
- AGRONOMIA
- GEOCIÊNCIAS

E ONDE HÁ DESENVOLVIMENTO, HÁ CREA-PE

EM DEFESA DOS PROFISSIONAIS E DA SOCIEDADE, DESDE 1934



CREA-PE

Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Pernambuco

sumário

expediente

5

editorial

6

especial: 50tão

8

IBAPEando

11

*engenheiro
homenageado*

13

opinião

15

artigos técnicos

Reuso de água condensada de um prédio público do poder judiciário de Pernambuco: estudo de caso

Ailson Alves de Souza

22

Da inadequação do vocábulo patologia aplicado a danos físicos em imóveis

Tacito Quadros Maia

33

Variação de resistência em argamassa devido à ação de sais solúveis na região do sertão, no município de Petrolina PE

Alan Cristine da Silva Dantas, Bruno Marinho Calado, Thiago César de Andrade Queiroz

42

Análise por microscopia em argamassa devido à ação de sais solúveis nos Municípios de Juazeiro BA / Petrolina PE

Alan Cristine da Silva Dantas, Bruno Marinho Calado

55

Lista de Associados do IBAPE - PE 67



Expediente

A Revista Técnica do IBAPE- PE é uma iniciativa do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de Pernambuco (IBAPE-PE). Os artigos aqui publicados são de inteira responsabilidade dos seus respectivos autores.

Edição: v. I n. I (2021)

Periodicidade: Bial

Projeto Gráfico: Camila Martinelli

Imagens: Autores dos artigos técnicos

Revisora: Priscilla Ferreira Martinelli

Marketing Digital: Davi Quadros

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE
PERNAMBUCO (IBAPE-PE)

Endereço: Av. República do Líbano, nº 251,

Torre 3, Sala 2801, Pina – Recife/PE

CEP 51110-131

Telefone: (81) 3036-5181

E-mail: dirtec@ibape-pe.com.br

Site: www.ibape-pe.com.br

Filiado ao IBAPE – Entidade Federativa Nacional

Diretoria 2019/2021

Engenheiro Civil Tácito Quadros Maia

Presidente do IBAPE-PE

Engenheiro Civil João Paulo Albuquerque

Diretor Adjunto da Presidência - RP

Engenheiro Civil Bento Júnior dos Santos Pinto

Vice-presidente do IBAPE-PE

Engenheiro Civil Gustavo Reis de Farias

Diretor Administrativo Financeiro

Engenheiro Civil Luiz Carlos dos Santos Borges

Diretor Administrativo Financeiro Adjunto

Engenheira Agrônoma Priscilla Ferreira Martinelli

Diretora Técnica

Engenheiro Eletricista Florencio Absalão da Silva Filho

Diretor Técnico Adjunto

Engenheiro Mecânico Luciano César Szpak Furtado

Diretor Técnico Adjunto

Conselho Fiscal 2019/2021

Titulares

Engenheiro Civil Sylvio Romero Gouveia Cavalcanti

Engenheiro Civil Eli Andrade da Silva

Engenheiro Civil Jorge Wanderley Souto Ferreira

Suplentes

Engenheiro Civil Giovani Galvão dos Santos Ribeiro

Engenheiro Civil Wellington de Oliveira Martins

Conselheiros perante o CREA-PE

Titulares

Engenheiro Civil Eli Andrade da Silva

Engenheiro Civil Jorge Wanderley Souto Ferreira

Engenheiro Eletricista Jarbas Morant Vieira

Engenheiro Civil Isaac Sérgio Araújo de Brito

Suplentes

Engenheiro Eletricista Florencio Absalão da Silva Filho

Engenheiro Civil Wellington de Oliveira Martins

Conselho Editorial

Advogada Claudine Áurea Guimarães Sampaio Maia MSc.

Engenheiro Agrônomo Edgo Jackson Pinto Santiago MSc.

Engenheiro Eletricista Florencio Absalão da Silva Filho MSc.

Engenheiro Civil Frederico de Vasconcelos Brennand MSc.

Engenheiro Civil Luiz Carlos dos Santos Borges MSc.

Engenheiro Civil Luiz Fernando Bernhoeft MSc.

Engenheiro Mecânico Marcos Antunios de Carvalho Dias MSc.

Engenheiro Civil Tácito Quadros Maia MSc.

Engenheiro Civil Waldson Marcelo dos Santos Silva Dr.



Tácio Quadros Maia
Presidente do IBAPE-PE

Caro leitor,

■ Em um momento de caos, onde a população mundial e, em especial a brasileira se deparam com o enfrentamento da pandemia do COVID-19, quero apresentar os sinceros sentimentos às famílias que perderam seus entes queridos e desejar que possamos vencer essa luta. A engenharia tem um importante papel a cumprir, seja na construção e manutenção das edificações como na criação de aparelhos que dão suporte à vida e até mesmo nas operações industriais como a produção de oxigênio.

O IBAPE-PE, Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia de Pernambuco é o segundo instituto de engenharia de avaliações e perícias mais antigo do País, antes Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia – IPEAPE, foi fundado em 12 de janeiro de 1971, e é uma sociedade civil com personalidade jurídica própria, sem fins lucrativos e sem caráter polí-

tico ou religioso. Somos parte de uma associação de âmbito nacional, ou seja, possui representação na maior parte do território brasileiro e essa rede é composta pelos IBAPES estaduais, sendo em Pernambuco representando pelo IBAPE-PE.

Nosso instituto é formado por profissionais das áreas de Engenharia, Agronomia e Arquitetura, devidamente registrados em seus respectivos conselhos de classe, e com atividades voltadas em sua grande parte ao segmento técnico-científico.

Encerraremos a nossa gestão 2019/2021 ao final deste ano, um período de intenso trabalho, tendo a honra de comemorar os 50 anos do IBAPE e consolidando a posição de entidade respeitada e admirada.

Temos entre nossos propósitos debater com a sociedade pernambucana aspectos relevantes no âmbito da engenharia de avaliações e das perícias de engenharia, propondo soluções e regulações além de desenvolver técnicas para a elaborações de trabalhos nos segmentos de avaliações e perícias. O Instituto dispõe de comissões e grupos de trabalho que desenvolvem estudos, realizam análises técnicas e trocas de experiências, sendo os resultados desses trabalhos divulgados em forma de publicações e normas, inclusive muitas delas contribuindo efetivamente nas discussões das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a exemplo da 14.653.

Com imensa satisfação estamos lançando a primeira Edição da Revista Técnica do IBAPE-PE, esperando que essa iniciativa possa trazer publicações do mais elevado nível técnico, resultado da rigorosa escolha de artigos por meio da equipe de revisores do corpo editorial.

O IBAPE-PE também tem por objetivo disseminar conhecimento com a promoção de eventos como cursos, palestras, seminários e congressos, possuindo como ponto forte o foco na parte técnica, visto que evidentemente ninguém melhor para difundir o conhecimento do que aqueles que colaboraram para a criação das técnicas e normas em uso no Brasil.

Além das matérias técnicas apresentadas nesta revista, apresentamos também uma lista atualizada aqui e em nosso site com todos os nossos associados, com um mini cur-

rículo e contatos para ajudar a sociedade na escolha de profissionais com a devida formação e capacidade para atender as demandas relacionadas com nosso foco de atividades.

Desejo a tod@s uma boa leitura e aos que quiserem enviar contribuições e publicações as regras estão disponíveis no nosso site www.ibape-pe.com.br.

Agradeço a toda a diretoria pelo esforço para que chegássemos até aqui com trabalho voluntário e dedicação à boa prática da engenharia.

Palavra do Ibape Nacional

O IBAPE Nacional tem a grande satisfação de parabenizar o IBAPE-PE, pelo seu aniversário de 50 anos, na pessoa do Presidente Eng. Civil Tácito Maia, que vem realizando uma gestão de muita visibilidade e compromisso em transmitir a boa técnica aos profissionais da Engenharia de Avaliações e Perícias. Que essa data se perpetue por longos anos levando sempre como objetivo a capacitação e qualificação de profissionais por excelência.

Somos o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, uma entidade Federativa Nacional de caráter técnico com um destacado histórico institucional construído através de ações pioneiras intimamente ligadas ao desenvolvimento das atividades dos profissionais da engenharia e da arquitetura atuantes nos campos das avaliações de bens e das perícias. Da elaboração da primeira norma brasileira de avaliações de imóveis urbanos à realização de inúmeros eventos técnicos, com destaque para diversos Congressos Brasileiros de Engenharia de Avaliações e Perícias, o IBAPE esteve à frente de todas as principais iniciativas relacionadas à difusão de conhecimento técnico, treinamento e aprimoramento de uma categoria profissional que vem ganhando importância cada dia na sociedade brasileira. Os IBAPES Estaduais

dão prosseguimento à atuação do Nacional e realizam diversos cursos e eventos na área de engenharia de avaliações e perícias, assim como estudos e pesquisas técnicas.

Na esfera internacional o IBAPE mantém filiação à UPAV União Pan-americana de Associações de Avaliação e ao IVSC – International Valuation Standards Council e, através desses organismos, vem participando das mais importantes ações para consolidação, nos planos continental e global, de conceitos e procedimentos que devem reger a elaboração de trabalhos avaliatórios.

Com o intuito de elevar a qualidade das avaliações e das perícias a níveis de excelência o IBAPE, que integra o Colégio de Entidades do CONFEA Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, além de estimular e participar do ensino universitário em nível de pós-graduação, implantou e tem gerido um exitoso programa de certificação profissional.

Eng. Civil Clémenceau Chiabi Saliba
Júnior
Presidente

Eng. Civil Rita de Cássia Almeida Rocha
Vice Presidente de Comunicação



O Cinquentão IBAPE-PE

Por Afonso Machado de Farias Filho

Engenheiro Civil - CEO da Valor Engenharia de Avaliação e Perícia LTDA

■ O IBAPE-PE, o nosso IPEAPE, chega aos cinquenta anos de existência em 2021, sendo um dos mais antigos institutos de avaliação do Brasil, juntamente com Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Paraná.

A história do IBAPE-PE se confunde com a minha trajetória profissional. Conheci Rubens Bezerra em 1975, quando fui trabalhar no Banorte Crédito Imobiliário, onde ele era Diretor de Engenharia.

Ouvi muitas vezes ele contando que a fundação do IPEAPE tinha sido muito incentivada pelo seu amigo Murillo Pessoa, então presidente do IEL, Instituto de Engenharia Legal do Rio de Janeiro, a partir de uma demanda de serviço de perícia aqui na nossa capital.

Surgia assim o IPEAPE – Instituto de Pernambuco de Avaliação e Perícias de Engenharia, com seus 16 membros fundadores.

Lembro que, carregado por Dr. Rubens, como me habituei a chamá-lo, ia para as reuniões do grupo dos fundadores - Rubens Borges Bezerra, Xisto Guedes, Luiz Homero Vila Nova, Eduardo Oliveira, Biágio Sarubbi e outros – os dois primeiros são do Conselho Consultivo do IBAPE Nacional, in memoriam) e lá discutíamos sobre “os fatores de homogeneização”, se o fator de frente ou de profundidade deveria ser ou não utilizado conjuntamente com o fator de área, como aplicar corretamente os conceitos de Happer - Berrini e quais deveriam ser os expoentes utilizados, se $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{4}$, quais os limites de aplicação do fator profundidade, e coisas desse tipo.

As reuniões se davam à noite numa sala na Marquês do Recife, bairro do Recife Antigo, e por vezes no Clube de Engenharia, e assim de forma tímida, porém consistente e séria, o IPEAPE se de-

envolvia e ganhava novos associados.

Nomes importantes no cenário da Engenharia de Avaliação foram surgindo em Pernambuco e em 1984, o Eng. Rubens Alves Dantas, afiliado do IPEAPE, ganha a Medalha Eurico Ribeiro no IV COBREAP – Congresso Brasileiro de Avaliação e Perícias, realizado na cidade de Porto Alegre. Em 1987, Recife sedia o V COBREAP – Congresso Brasileiro de Avaliação e Perícias, sob a coordenação do IPEAPE, e novamente outro pernambucano o Eng. Marcos Wolfferson ganha a Medalha Eurico Ribeiro, premiação dada ao melhor trabalho apresentado no evento. Consolidado e reconhecido nacionalmente, o instituto adquire sua sede própria no centro do Recife, o que possibilita uma melhor organização de suas atividades.

Já nos anos 2000 o IPEAPE adquire o direito de nomear conselheiros para o CRE-A-PE e em 2015, em assembleia geral, é decidida a mudança de denominação de Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia para Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de Pernambuco, acompanhando a denomina-

ção das outras entidades estaduais pertencentes à Entidade Federativa Nacional.

Em 2019 ocorre uma grande virada de gestão. Assume a atual diretoria da instituição, capitaneada por Tácito Maia, e o IBAPE-PE ganha uma nova roupagem. Entra na era digital, atualiza suas redes sociais e começa uma nova fase de diálogo com seus associados. Começa a gerar conteúdo técnico da mais alta relevância com cursos, palestras e transmissões online, e assume o protagonismo em defesa da Engenharia de Avaliação e dos engenheiros em geral, se fazendo presente junto aos órgãos públicos nos assuntos de interesse da sociedade civil do Recife e do Estado de Pernambuco como um todo.

É assim que o Cinquentão IBAPE-PE chega em 2021, mais novo do que nunca, moderno, vivo e atuante.

Gratidão e respeito aos Fundadores

Rubens Borges Bezerra

Xisto Albano de Azevedo Guedes

Luiz Homero Vila Nova de Lima

José Salsa da Silva

Jose Fernando Nunes de Carvalho

Álvaro Alves Camello

Pelópidas Silveira

Napoleão Ivo

Marcos Christiano Couceiros

de Arruda Falcão

Gustavo Gomes de Mattos

Biágio Ramos Sarubbi

Erasmio José de Almeida

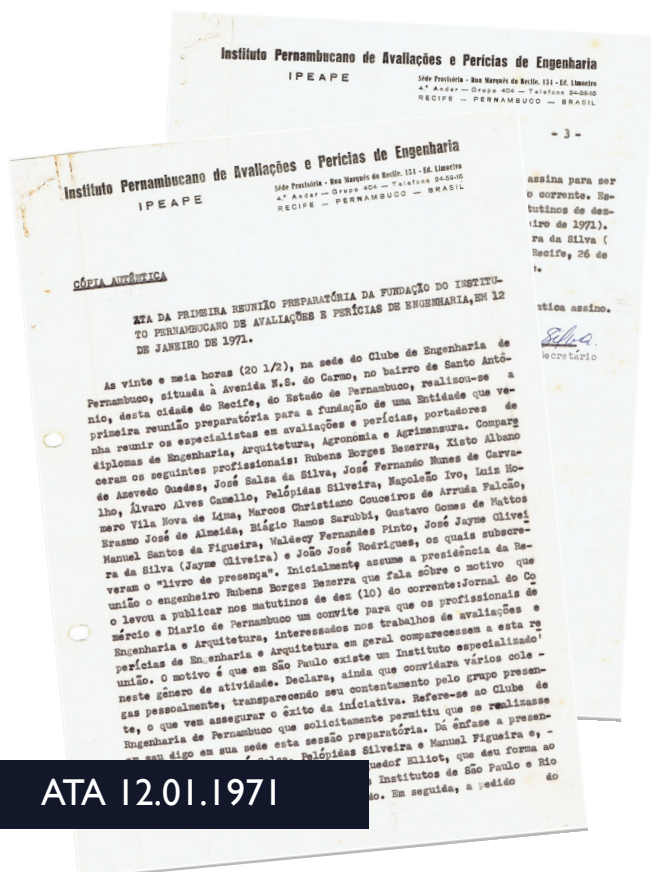
Manuel Santos da Filgueira

José Jayme Oliveira da Silva

João José Rodrigues

Waldecy Fernandes Pinto

Feliz Aniversário IBAPE-PE.



ATA 12.01.1971

REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM FACHADAS PREDIAIS: EXECUÇÃO, ANÁLISE E PATOLOGIA

PROFESSOR: ENG. CIVIL PATOLOGISTA LAWTON PARENTE DE OLIVEIRA



ENGENHEIRO CIVIL, GRADUADO NA UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR - 1998 ;
PÓS-GRADUADO EM ENGENHARIA DIAGNÓSTICA E PATOLOGIAS DAS EDIFICAÇÕES -
INBEC/UNIVERSIDADE CIDADE DE SÃO PAULO - 2014;
MESTRANDO EM CIÊNCIAS DA CIDADE NA UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR - 2019;
PROFESSOR DE PÓS-GRADUAÇÃO.

QUANDO: 27 A 30 DE MAIO

ONDE: **Sympla**  **zoom**

PATROCÍNIO



REALIZAÇÃO



APOIO



INSCREVA-SE: WWW.SYMPLA.COM.BR/CURSO-DE-REVESTIMENTOS-CERAMICOS-EM-FACHADAS-PREDIAIS-----EXECUCAO-ANALISE-E-PATOLOGIAS_1191876

Todo conteúdo no **Youtube**
à distância de um QR code



CANAL IBAPE-PE TV



I WEBINAR IBAPE-PE
INSPEÇÃO PREDIAL



INSPEÇÃO PREDIAL E
INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO



O MERCADO IMOBILIÁRIO
"DO CÔNCAVO AO CONVEXO"



ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES "LADO B"



ECONOMIA DE "DENTRO PARA
FORA" E DE "FORA PARA DENTRO"



Alô, alô condomínio, aqui quem fala é da Terra...

Por **Leonardo Coimbra**

Engenheiro Civil - Diretor Técnico da Planner Consultoria e Planejamento

■ Quem me conhece sabe, que tanto por (in)formação quanto por opinião pessoal, não costumo dissociar a vida da arte, até mesmo para fins acadêmicos (quando dou aulas ou palestras), pois acho que fica mais legal e traduz melhor “...a língua certa do povo, porque ele é quem fala gostoso o português do Brasil...”, como diria Bandeira.

Aos Síndicos com carinho, lembro que falo da Terra, e que por essas bandas daqui, e que entre “Papos cabeça improváveis” com Elis e Biquini Cavado, percebi que “...aqui embaixo, as leis são diferentes...”, e que passamos (e muito), da hora de encararmos “as velhas novidades”, que um certo Cazuza cantarolou...

“ A língua certa do povo,
porque ele é quem fala gostoso
o português do Brasil...” ”

Muito antes das responsabilidades legais às quais estão expostos os Síndicos, em face de sua obrigação de prover a correta Gestão de Manutenção dos Condomínios, lembro que há algumas leis gerais, que em regra, penalizam os Condomínios muito antes dos Tribunais. Relembro aqui o título deste artigo, ao passo em que ressalto estarmos, todos nós, sujeitos à indelével e inexorável Lei da Gravidade, que nos atinge a todos, de “Caras Pálidas” a “Peles Vermelhas”.

Essa “danada” dessa Lei, é aquela mesma que “obriga” as cerâmicas de fachada a cometer Harakiri, toda vez que se cansam da sua luta inglória contra uma argamassa que já não é compatível com sua capacidade de suporte, idosa que está, e sem os cuidados clínicos tão bem observados, tanto na NBR 15.575 – Norma de Desempenho, quanto na nova NBR – 16.747 – Norma de Inspeção Predial. A ideia seria, não atuarmos como Engenheiros “Geriatras”, mas como Engenheiros “Pediatras”, que acompanham o desenvolvimento da edificação, ao longo de sua vida útil, pois acreditem, obras são sim produtos imobiliários dinâmicos que se relacionam organicamente com seu entorno.

Bem, se isso é verdade, diante desta pedra fundamental, cabe ao Síndico, como de resto, ao condomínio, “escolher a dor e a delícia de serem eles o que são”, parafraseando um certo Caetano...

Jeito? Claro que tem! Formas? Basicamente duas. Uma mais, tradicional, cara, aguda e reativa. É o famoso “deixar como está pra ver como é que fica”.

Resultado:

Taxas extras e obras/intervenções “de supetão”, sem tempo para pensar e, con-

sequentemente, (muito) mais caras, já nos ensina outra lei (Lei de Sitter – em outra oportunidade escreveremos sobre ela).

A outra forma é o que chamamos de “Padrão Ouro”, em termos de Gestão de Manutenção para Condomínios. Não é uma abordagem habitual (por uma questão de cultura), muito mais barata, com ações crônicas e periódicas (necessariamente), sem sustos ou solavancos, além de proativa.

Resultado:

Custo muito mais baixo, acompanhamento regular da edificação durante sua performance no uso (como preconiza a NBR 15.575) e com ações preventivas planejadas e predominantemente pontuais, como tem que ser.

O conjunto dessas boas práticas tem nome e sobrenome: Plano de Manutenção. Ele deve detalhar todos os cuidados técnicos a serem tomados pelos Condomínios, protegendo estes de perda de garantia, acidentes, judicializações desnecessárias e responsabilizações legais completamente evitáveis e financeiramente impeditivas.

Bom, eu particularmente “ando devagar, por que já tive pressa, e levo esse sorriso por que já chorei demais”. Obras, projetos e quase 20 anos de Gestão e Planejamento na implantação de Ativos Imobiliários, “baforam” em nossa cara que a “melhor fumaça do bom direito” é aquela que cheira e se apoia nas melhores práticas de Gestão de Manutenção Condominial (e aqui a redundância é proposital), onde encontramos os fundamentos técnicos que irão garantir a integridade do que, para muitos, é seu maior patrimônio, e aqui não falo de apartamentos, mas de filhos, netos ou esposas, pois estes, depois de atingidos e prejudicados, ninguém consegue reparar “tirando na massa”...

Rubens Borges Bezerra

engenheiro, criador de canário da terra, filatelista e escritor

Por Francisco Cheker Bezerra

■ Natural do município de Glória do Goitá, Zona da Mata do estado de Pernambuco, foi engenheiro civil por vocação.

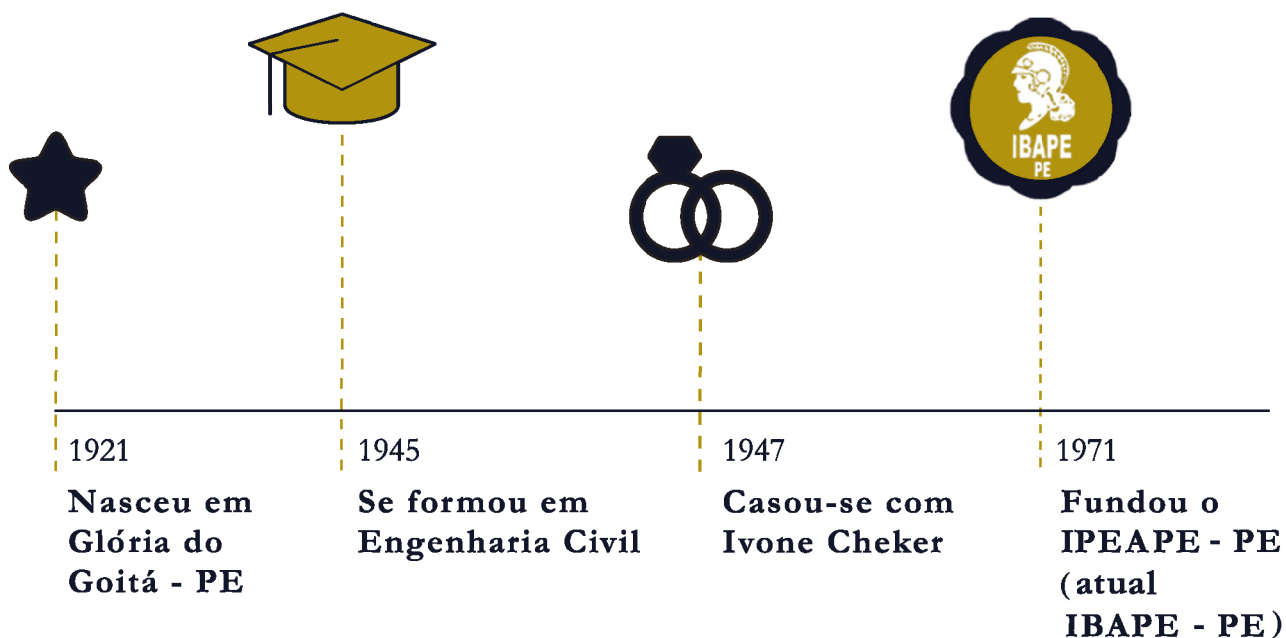
Criança, quando ainda não existia eletricidade doméstica, divertia-se jogando com castanhas de caju, pois não possuía bolas de gude. Caçava rolinhas, criava canários da terra e outras aves da Mata Atlântica, que sempre preservou arduamente, mesmo antes da palavra Ecologia ser proferida.

Empinava pipas, jogava piões e confeccionava toscos carrinhos de madeira. Adorava os festejos juninos. Prematuramente iniciou coleção de envelopes, selos e moedas.

Migrou para o Recife quando a BR-232 ainda não existia. Inquieto, estudou em Pernambuco, tentou o vestibular de

Mineralogia na cidade de Ouro Preto-MG e acabou concluindo o curso de Engenharia Civil na cidade de Belo Horizonte. Em Belo Horizonte conheceu Dona Ivone Cheker, linda jovem de origem libanesa, com quem se casou e teve 4 filhos.

Retornando para Pernambuco, participou na construção de estradas nos estados vizinhos e como funcionário público no Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis (DNPVN) participou ativamente na construção da defesa do litoral olindense utilizando avançada tecnologia desenvolvida na Universidade de Grenoble na França. Nessa época, atendendo a solicitação de um padre, conseguiu vários caminhões de enormes pedras salvando assim a bela Igreja de Piedade.



Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia

IPEAPE

Ficha Nº 001

Nome do Socio RUBENS BORGES BEZERRA

Estado civil CASADO

Naturalidade PERNAMBUCANO Nacionalidade BRASILEIRO

Nascido a DOIS DE ABRIL DE MIL NOVECENTOS E VINTE E UM (02/04/1921)

filho de FRANCISCO BEZERRA DE CARVALHO e de MARIA DA GLORIA BORGES DE CARVALHO

Diplomado pela Escola DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DE MINAS GERAIS em 1946

Nº do Diploma REGISTRADO NO M.E.C.

Partição IMOBILITARIO S.A. - CREDITO IMOBILIARIO

Função DIRETOR

Ne da Carteira profissional 622-D 2ª Região

Titulos e Diplomas ENGENHEIRO CIVIL-FUNCIONARIO PUBLICO FEDERAL-PADRAO 22

Principais cargos exercidos CHEFE DA UNIDADE DE MANUTENÇÃO DO RECIFE-D.N.F.V.N.-ENGO CHEFE SU-
BSEITO DO DIRETOR REGIONAL DA 4ª DIRETORIA REGIONAL DO D.N.F.V.N.

Assinatura

Indicação RUA NICARAGUA Nº 59 - ESTIMULICO-RECIFE, PERNAMBUCO. FONE: 26-0720

Católico fervoroso e apaixonado por sua terra natal, e contando com a ajuda generosa de inúmeros amigos, projeto do Arquiteto Arthur Reynaldo e cálculo do Engenheiro Arlindo Pontual, participou ativamente na construção da Igreja Matriz da cidade de Glória do Goitá.

Conviveu harmoniosamente com pessoas de todas as raças, credos políticos e diferentes religiões. De temperamento inquieto e empreendedor, fundou a firma Pernambuco Construtora com o amigo Aulete Ribeiro.

Depois trabalhou no Banco do Povo e Banorte, como Diretor de Engenharia, e depois de aposentado, fundou a Valor Engenharia de Avaliação e Perícia com o amigo irmão, o engenheiro Afonso Machado Farias. Amigo Afonso, nosso eterno reconhecimento.

Apresentou todos os defeitos inerentes aos seres humanos. Podia ser autoritário e teimoso ao extremo. Todavia no fim, a generosidade predominava. Honesto e muito rígido, não suportava mentiras ou subterfúgios escusos. Sempre direto e objetivo, foi com muito esforço, diplomático em épocas de dificuldades.

Senso de humor? Como bom engenheiro, em havendo outras dimensões metafísicas, deve estar sorrindo consigo próprio olhando aqui para baixo pensando... como pode esse meu filho mais velho ser tão mentiroso. Gloriense convicto, Recifense apaixonado, louco por Pernambuco, foi um cidadão honrado do nosso querido Brasil.

Palavras de um filho sobre o saudoso pai.
Matuto oriundo do charmoso município de
Glória do Goitá.



Artigo da ABRACOPEL

Inspeção e Manutenção Elétrica Predial

Por Edson Martinho¹ e Luiz Alves²

■ O ano de 2020 trouxe vários desafios para a população mundial, sobretudo os Brasileiros que tiveram, assim como os colegas de outras nações, que se adaptar à realidade do isolamento social. Em um primeiro momento, com poucas informações, fomos levados a nos isolar dentro de nossas residências, muitas, ou melhor, a maioria não estava preparada para receber várias pessoas trabalhando dentro de casa, usando a infraestrutura como tomadas, ar-condicionados, ventiladores, etc. As adaptações foram inúmeras, e os problemas também, como por exemplo, a falta de “tomadas” que foi, certamente, o primeiro deles. O uso de benjamins, TEs e extensões foi crucial para que todos pudessem ligar seus equipamentos e continuassem produzindo em suas casas.

Desde o início desta condição não pensada, ficamos com uma preocupação muito grande, sobretudo dentro da Abracopel da qual somos diretores. Como estão as instalações elétricas prediais? Muita gente ao mesmo tempo em casa, em horários não pensados (períodos diurnos), com equipamentos ligados por mais de 12 horas, como será que as instalações iriam resistir? Com

base nos dados, ainda inéditos por serem auditados, a serem publicados pela Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica Abracopel, ocorreram 376 incêndios gerados por sobrecarga entre janeiro e agosto de 2020, estes números são pouco menos do que 12% menor do que os números de incêndios ocorridos no mesmo período de 2019 (427). Em um primeiro momento podemos até comemorar, mas se considerarmos que os dados refletem uma **grande parada de atividades durante os primeiros meses do isolamento, ainda não são números comemorativos.**

“

Como estão as instalações elétricas prediais? Muita gente ao mesmo tempo em casa, em horários não pensados (períodos diurnos), com equipamentos ligados por mais de 12 horas, como será que as instalações iriam resistir?

”

¹Presidente da Executiva Nacional e Fundador da Abracopel²Diretor Executivo da Abracopel-PE



Por este motivo, decidimos trazer o tema Inspeção e Manutenção Elétrica Predial neste artigo, pois tudo indica que esta condição de isolamento ainda vai continuar por algum tempo e então as condições de HomeOffice vão continuar. O calor vai aumentar nos próximos dias e, certamente, os dispositivos de resfriamento, como ar-condicionado, vão trabalhar mais ainda, aumentando o consumo de energia, mas, principalmente aumentando a carga na instalação elétrica, que ainda temos serem com manutenção inadequada.

O primeiro passo a ser trabalhado então é com relação à inspeção predial, ou seja, neste momento é muito importante que todos façam uma avaliação da condição da instalação elétrica com base nos preceitos das normas técnicas ABNT NBR 5410/2004, baseando-se na norma recém publicada, ABNT NBR 16747/2020. Nesta norma, apesar de não tratar das instalações elétricas e não trazer a ABNT NBR 5410/2004 nas referências, traz uma condição geral para inspeção e cita que

“a inspeção predial é um processo que visa auxiliar na gestão da edificação e, quando realizada com periodicida-

de regular, contribui com a mitigação de riscos técnicos e econômicos associados à perda do desempenho”.

E ainda complementa com os seguintes dizeres:

“A atividade de inspeção predial estabelecida nesta norma tem por objetivo constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação, seus sistemas e subsistemas, de forma a permitir um acompanhamento sistêmico do comportamento em uso ao longo da vida útil, para que sejam mantidas as condições mínimas necessárias à segurança, habitabilidade e durabilidade da edificação”.

Apesar de não citar o conjunto de sistemas elétricos e não trazer a norma ABNT NBR 5410/2004 nas referências, como já citado, esta norma pode, e deve, ser usada para incentivar a avaliação de toda a instalação elétrica de forma periódica. Entretanto, é muito importante que o complemento desta norma nos ensaios seja baseado no capítulo 7 da ABNT NBR 5410/2004

que versa sobre verificação final da instalação elétrica e que traz em seu escopo os ensaios e avaliações que uma instalação elétrica deve sofrer antes de ser colocada em funcionamento. Como o desempenho de uma instalação elétrica deve ser mantido íntegro, compreendemos que este capítulo faz jus à inspeção predial e, portanto, é, de forma condicional, o caminho para obter o laudo adequado. Citando ainda a norma ABNT NBR 16747/2020, que diz:

“A inspeção predial considerada nesta norma não tem a finalidade de avaliar de forma exaustiva o cumprimento de todas as normas técnicas que se aplicam às edificações....”

Podemos concluir que é necessário que as normas técnicas de instalações devam ser usadas como base para a elaboração deste roteiro de inspeção.

Contudo, mais uma vez recorrendo a um trecho da citada norma, que diz:

“Considera-se também que a mesma tem caráter fundamentalmente sensorial, destacando assim, não ser parte do processo de identificação de problemas que não tenham manifestado funcionamento inadequado, sintomas ou sinais aparentes, ou que somente possam ser identificados como ensaios específicos”,

começa a nossa preocupação, pois, as instalações elétricas raramente apresentam os tais problemas de forma visível e, portanto, é temerário que uma inspeção sensorial possa identificar problemas graves próximos de aparecer. No caso de uma verificação de instalações elétricas, deve ser feita com a realização de ensaios como preconiza a norma de instalações elétricas, a ABNT NBR 5410/2004. Somente após estes ensaios previstos na norma de instalações serem realizados e os

parâmetros de segurança serem atingidos é que a instalação pode ser considerada adequada, caso contrário devem ser apontadas as não conformidades e indicadas como não adequadas.

Para exemplificar o que dissemos neste artigo até agora acompanhem o raciocínio:

Cada circuito elétrico deve ser constituído por condutores adequados para a capacidade de conduzir a corrente elétrica que o equipamento, ou equipamentos, irão exigir da rede. Estes circuitos devem ser protegidos pelos dispositivos de segurança como por exemplo a sobrecorrente (sobrecarga e curto-circuito), contra fuga de corrente à terra e sobretensão transitória. Pois bem, vamos usar somente o caso da proteção contra sobrecorrente: um disjuntor ou fusível deve ser instalado entre a alimentação e a carga de forma a proteger os condutores que formam o circuito. Este dispositivo deve ser coordenado com a capacidade do condutor para que não desligue o circuito, mas que interrompa a passagem da corrente quando este ultrapassar a capacidade de condução de corrente dos condutores (imagem 1). Observa-se que a corrente da carga (I_b) deve ser menor do que a corrente de atuação do disjuntor (I_n) que por sua vez deve ser menor que a capacidade de condução de corrente do condutor. Desta forma, o circuito funcionará perfeitamente e se houver uma sobrecarga o disjuntor (poderia ser um fusível), seccionará (desliga o circuito) a tempo de preservar as características do condutor e proteger a instalação elétrica.

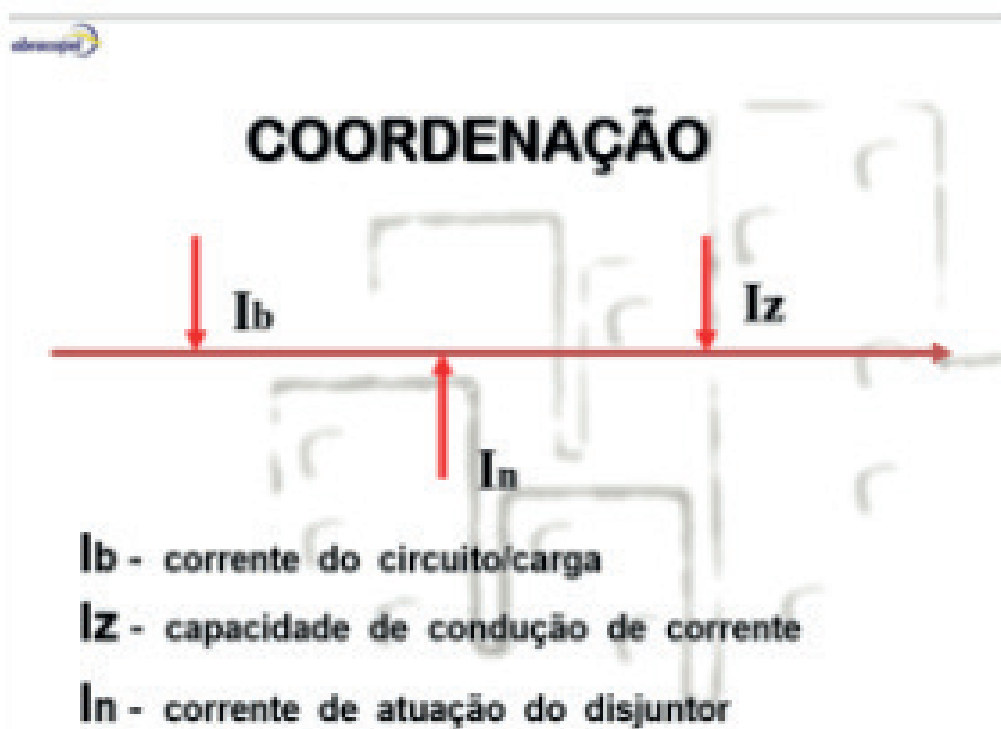


Imagem 1 – Coordenação entre disjuntor e condutor

O que aconteceria caso o disjuntor fosse dimensionado para um valor acima da capacidade de condução de corrente do condutor ($I_n > I_z$)?

A resposta é: o condutor iria aquecer até danificar seu isolamento que poderia iniciar um incêndio pelo ponto quente criado, ou mesmo a possibilidade da ocorrência de um curto-circuito nos condutores gerando uma enorme chance de iniciar um incêndio que, dependendo, poderá se transformar em grandes proporções.

De acordo com os dados publicados pela Abracopel no Anuário Estatístico de Acidentes de origem elétrica 2020, ocorreram em 2019, 656 incêndios originados pela eletricidade, praticamente todos foram por falhas nestes dispositivos de proteção a sobrecorrente, que na verdade foram mal dimensionados ou mal instalados.

Por esse motivo, é muito importante que a inspeção predial na instalação elétrica seja realizada, porém que esta inspeção

não seja somente uma avaliação sensorial como sugere a ABNT NBR 16747/2020, mas sim uma avaliação com ensaios, como indicado na ABNT NBR 5410/2004, pois uma simples avaliação sensorial não conseguirá detectar se o disjuntor está corretamente dimensionado e coordenado para aquela seção de cabo usado, por exemplo.

Recorrendo a mais uma norma técnica como base, agora a ABNT NBR 5419/2015 que inclui as medidas de proteção contra surtos de tensão, e fizermos este mesmo paralelo que traçamos com relação aos disjuntores, teremos que uma avaliação sensorial irá verificar que há condutores de descida e, eventualmente captos, mas em momento algum fará uma avaliação da continuidade destes sistemas de captação, descida e dispersão para o solo através do aterramento. Esta condição só pode ser conhecida com ensaios. O resultado desta falha é, na ocorrência de uma descarga atmosférica atingir a edificação, ocorrer um rompimento de par-

te da alvenaria podendo atingir alguém, ou ainda elevar o potencial de solo causando uma tensão de passo ou de toque perigosa. Neste caso, novamente é temerário considerar somente uma inspeção visual, ou sensorial, como citado.

Se avançarmos para o assunto manutenção e voltarmos para a ABNT NBR 5410/2004, vamos ver que o capítulo 8 trata de “Manutenção”, vamos ver que no item 8.3.1 Condutores é obrigatório que a **inspeção deve ser feita verificando o estado da isolação dos condutores e seus elementos de conexão, fixação e suporte, além de outros itens.** E ainda traz em 8.4 – Manutenção corretiva, a seguinte afirmação:

“Toda instalação ou parte que, como resultado das verificações indicadas for considerada insegura deve ser imediatamente desenergizada, no que todo ou na parte afetada, e somente deve ser recolocada em serviço após a correção dos problemas detectados”.

Pois bem, como podemos ver, a inspeção e manutenção em uma instalação elétrica é algo que deve ser realizada de forma periódica e muito menor quanto maior a complexidade da instalação. Estima-se que instalações residenciais devem sofrer inspeções, ao menos, a cada 5 anos.

A conclusão deste artigo, que não tem a pretensão de esgotar a discussão, é que uma instalação elétrica não pode ser avaliada de forma sensorial com o grande risco de ser considerada apta e possuir inúmeras anormalidades.



Imagem 2
Quadro de distribuição de uma autarquia



Imagem 3
Condomínio de alto luxo – área comum

As imagens 2, 3, 4 e 5 expressam alguns destes riscos encontrados em inspeções realizadas por nós e que poderiam ser consideradas aptas por um profissional sem o conhecimento da eletricidade e das normas.



Imagem 4 – Instalação e sistema IT médico em hospital



Imagem 5 – Disjuntor monopolar em circuito Bipolar - Escola

Referências:

- Abracopel – Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
- ABNT NBR 16747 – Inspeção Predial: Diretrizes, conceitos, terminologias e procedimentos
- ABNT NBR 5410/2004 - – Instalações elétricas de baixa tensão
- ABNT NBR 5419/2015 – Proteção contra descargas atmosféricas partes 1, 2, 3 e 4



Reuso de água condensada de um prédio público do poder judiciário de Pernambuco: estudo de caso

Ailson Alves de Souza MSc.¹

Resumo

O uso sustentável dos recursos naturais é fundamental na definição de políticas direcionadas para o desenvolvimento sustentável. O presente artigo discute possível fonte alternativa de reuso de água em uma edificação pública, com foco na reutilização de água condensada do sistema de ar-condicionado de um prédio público de grande circulação em Olinda-PE. O projeto proposto teve como objetivo analisar a aplicação de um sistema de reuso de água de sistema de ar-condicionado de um prédio público por meio do volume horário de água condensada desperdiçado. A quantificação do volume foi realizada em 03 equipamentos com diferentes capacidades de resfriamento que representam 65% dos 293 equipamentos de refrigeração existente no imóvel estudado. A coleta foi realizada durante 30 dias de levantamento, perfazendo uma quantidade amostral de 114 dados coletados. Após a coleta de dados ajustou-se um modelo de regressão linear para devida inferência estatística. Com o modelo de regressão linear obtido estimou-se o volume diário em 2.168,80 litros de água condensa-

da, equivalente a um consumo mensal considerando 22 dias úteis no mês de 47.713,60 litros e anual de até 600.000 litros, o que poderá gerar uma economia na tarifação de água anual de R\$ 5.245,45. Vale destacar a importância da percepção ambiental como agente motivador para soluções tangíveis de um gerenciamento ambiental sustentável.

Palavras-chave: Aproveitamento de água condensada; Regressão Linear; Sustentabilidade; Gerenciamento Sustentável.

Condensed Water Reuse in a Public Building of the Pernambuco Judicial Power: Case Study

Abstract

The sustainable use of natural resources is fundamental in the definition of policies aimed at sustainable development. This article discusses a possible alternative source of water reuse in a public building, with a focus on reusing condensed water from the air conditioning system of a public building with large circulation in Olinda-PE. The propo-

¹ORCID (0000-0002-2611-5581), Engenheiro Civil - CREA-PE 181587129-6. E-mail: ailsonbt@hotmail.com

sed project aimed to analyze the application of a water reuse system for an air-conditioning system in a public building through the hourly volume of condensed water wasted. The volume quantification was performed in 03 equipment with different cooling capacities that represent 65% of the 293 refrigerations equipment in the studied property. The collection was carried out during 30 days of survey, making a sample amount of 114 collected data. After data collection, a linear regression model was adjusted for proper statistical inference. With the linear regression model obtained, the daily volume was estimated at 2,168.80 l of condensed water, equivalent to a monthly consumption considering 22 working days in the month of 47,713.60 l and annual of up to 600,000 l, which may generate a savings in annual water tariffs of R\$ 5.245.45. It is worth highlighting the importance of environmental perception as a motivating agent for tangible solutions for sustainable environmental management.

Keywords: Use of condensed water; Linear Regression; Sustainability; Sustainable, Management.

1. Introdução

Há tempos a água se constitui em recurso estratégico para a humanidade, pois além de manter a vida no planeta é recurso que impulsiona o desenvolvimento econômico, sociocultural e ecológico de regiões, devido a isso, a sua escassez leva a uma série de problemas que devem ser combatidos por todos os gestores para que o recurso não venha a faltar, sobretudo para a população mais pobre. O uso sustentável dos recursos naturais é fundamental na definição de políticas direcionadas para o desenvolvimento sustentável. Isso se deve à forte dependência entre o desenvolvimento econômico, a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais que impulsiona o desenvolvi-

mento socioeconômico das regiões.

Isso se faz necessário para assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, que tende a se agravar com o aumento da população e com as mudanças climáticas em curso em todo o Planeta.

Neste contexto, muitos municípios e estados têm adotado legislações que visam promover o reuso e o aproveitamento de águas residuais na tentativa de garantir o uso seguro dessas águas servidas. Em Pernambuco a Lei nº 16.584/2019, determina a obrigatoriedade da coleta da água oriunda do sistema de climatização de ar nas edificações artificialmente climatizadas privadas acessíveis ao público e do controle de qualidade do ar.

Segundo Guzzo, Belisário e Gonçalves (2017, apud GLAWE, 2013), as previsões da quantidade de água condensada que será gerada pelo sistema de climatização dependem de várias variáveis, incluindo as condições do ar externo, pontos de ajuste para condições de ar interno, aquecimento, ventilação, tipo de sistema, configurações de ar condicionado, tipo e uso do edifício. Al-Farayedhi, Ibrahim e Gandhidasan (2014, apud Guzzo, Belisário e Gonçalves, 2017) destaca que a média de produção de condensado de um ar condicionado do tipo split, localizado na Arábia Saudita, é de 53 litros de água por dia se ligado 24h, vale ressaltar que a temperatura e a umidade relativa na região variam de 25°C a 50°C. De acordo com Carvalho (2017) em média um aparelho de 36.000 Btu/h de uma instituição de ensino superior tem uma vazão de 1,04l/h.

Visando a conservação desse recurso, é imprescindível a busca por estratégias de reaproveitamento de água, mediante mudanças de hábitos da sociedade para o uso sustentável desse recurso reduzindo a pressão sobre os mananciais, e nesse contexto, o presente projeto consiste em analisar a quantidade de água que é desperdiçada diariamente pelos aparelhos condiciona-

dores de ar do sistema de climatização de um prédio público com 7.500 m² de área construída, a fim de estudar possivelmente a viabilidade de um sistema de captação e distribuição para a reutilização dessa água para fins não potáveis, evitando o desperdício com o reuso dessa água e diminuindo o consumo de água para manter o prédio com suas atividades desenvolvidas.

Assim o presente trabalho teve como objetivo analisar o potencial de produção de água condensada dos aparelhos de ar-condicionado componentes do sistema de climatização de um prédio público em Olinda Pernambuco.

2. Metodologia

Todos equipamentos do sistema de climatização do prédio em estudo tem controle de temperatura individualizado, a pesquisa foi desenvolvida em 03 (três) equipamentos com capacidades térmicas diferentes, os quais representam cerca de 65% dos equipamentos instalados no prédio público em estudo com área construída de 7.413,00 m², que tem uma área coberta de 2.483,50 m², com fluxo diário em torno de 1.530 pessoas, que perfaz um fluxo médio por ambiente de 51 pessoas em seu horário de funcionamento das 07:00h às 17:00h. Durante a pesquisa dos dados coletados a temperatura média externa em torno do prédio foi de 32 °C com sensação térmica de 35°C.

Para a concepção do protótipo e testes de viabilidade da solução proposta, foram seguidas uma série de etapas descritas na Figura 1.

FIGURA 1

Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa.



Análise dos Projetos do Sistema de Climatização

Através dessa etapa foi possível obter as informações de quantidades de equipamentos instalados, capacidade instalada de refrigeração, % de equipamento por capacidade de refrigeração dos equipamentos, com o objetivo de direcionar uma amostragem para uma representação significativa de ar-condicionados instalados.

A partir da análise do projeto de climatização do prédio, foi identificado que 3 (três) capacidades térmicas representam cerca de 65% dos equipamentos componentes do sistema de refrigeração do prédio em estudo, sendo esses equipamentos escolhidos para o levantamento de suas vazões horárias por um período de 15 dias cada, com duas medições diárias, uma no período da manhã e outra no período da tarde, tal levantamento foi realizado no mês de outubro cuja estação do ano é a primavera, que tem como característica temperaturas altas e poucas chuvas concentradas no litoral, ficando um estudo futuro para contemplar a sazonalidade natural do clima.

Protótipo da coleta manual

Prévio ao estudo foi levado a cabo um ensaio teste de performance, para avaliação do protótipo de coleta de água manual, tais calibrações e ajustes foram feitos e definido o equipamento de coleta de água usado na pesquisa. Uma vez definido o protótipo de equipamento de coleta de água de ar-condicionado foi testado previamente antes do início da segunda fase do estudo. Cabe destacar que o protótipo foi desenvolvido de forma simples e prática, podendo ser facilmente produzido por qualquer pessoa com habilidades manuais.

Coleta de dados ambientais

Para a coleta dos dados ambientais dos espaços internos foi utilizado um Ae-

rômetro Fluke 975, a ferramenta de teste Fluke 975 AirMeter™, aerômetro de mão com cinco sensores para diagnóstico da qualidade do ar interno. Este aerômetro mede, calcula e exibe:

- Temperatura, ponto de orvalho e bulbo úmido em graus Celsius (°C) ou Fahrenheit (°F).
- Umidade relativa (%RH).
- Níveis de monóxido de carbono (CO) em ppm.
- Níveis de dióxido de carbono (CO₂) em ppm.
- Velocidade do ar (padrão e real) medida em mps e fpm.
- Porcentagem do ar externo, baseada em temperatura ou CO₂.
- Pressão barométrica absoluta; mostrada apenas na inicialização.
- Medições de mínimo, máximo e média correspondentes à temperatura, umidade relativa, bulbo úmido, ponto de orvalho, velocidade, CO e CO₂.

Medição da variável dependente (volume de água condensada) e das variáveis independentes

Com o protótipo de coleta manual em funcionamento foi possível realizar a medição diária da água condensada gerada pelos aparelhos de refrigeração em estudo, a fim de ter a ciência da economia hídrica e financeira que pode ser resultado desse projeto. Com base nas variáveis que podem interferir no volume da água condensada do sistema de climatização foi elaborada uma planilha para coleta dos dados, na qual foram coletadas as variáveis independentes (Capacidade térmica (BTU/h), temperatura interna (°C), umidade relativa do ar interior (%), concentração de CO₂ interna (ppm), ponto de orvalho (°C), temperatura

de bulbo úmido ($^{\circ}\text{C}$), temperatura externa ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar externo (%) e como variável dependente/resposta o volume horário da água condensada (ml/h).

Com relação a medição das variáveis independentes, inclusive a medição do CO_2 , o amostrador ficou a uma altura de 1,10m, na linha de respiração de uma pessoa sentada e no meio da sala, na mesma altura dos demais sensores. Como se tratava de um equipamento portátil, não era possível ser pendurado a uma altura de 1,50m como prevê a Resolução nº 09 da ANVISA.

Inferência Estatística para obtenção da equação de regressão linear

Para Neto (2014), a dita metodologia é a parte da ciência estatística que permite extrair conclusões sobre uma população a partir de uma amostra, utilizando o modelo de regressão linear, que é a técnica mais

utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente, no caso em tela o volume horário de água condensada, em relação a outras variáveis denominadas independentes às quais são responsáveis pela variabilidade do volume de água condensada.

No modelo de regressão utilizado neste projeto, concebido com a utilização da metodologia de “Inferência Estatística”, foram testados todas os pressupostos básicos estabelecidos no Anexo A da Norma (NBR 14.653-2/2011- Avaliação de bens - Imóveis Urbanos) principalmente no que concerne às suas especificação, normalidade, homocedasticidade, não-multicolinearidade, não-autocorreção, independência e inexistência de pontos atípicos, com o objetivo de obter resultados não tendenciosos, eficientes e consistentes, e todos os pressupostos foram atendidos no modelo concebido neste projeto.



Cotrim e Amaral
Engenharia de Avaliações e Perícias Judiciais

Vistorias Cautelares

Inspeção Predial

Avaliação de Imóveis Urbanos e Rurais

Avaliação de Máquinas e Equipamentos

Inventário e Controle Patrimonial

Laudo de Recebimento de Obra

Avaliação de Empreendimentos
e Estudo de Viabilidade

Perícias Judiciais

 @cotrimeamaral

 cotrimeamaral1@uol.com.br

 (82) 3338.1429
3241.0237
3021.0234
9 8164.6797
9 9981.6864

Avenida Mendonça Júnior, 317-A,
Gruta de Lourdes - Maceió/AL.
CEP: 57052-480

Construção do Modelo de Regressão

Para construção do modelo de regressão, pesquisou-se várias variáveis ambientais que pudessem se correlacionar com a produção de água condensada de um sistema de ar condicionados, após intensa revisão bibliográfica definiu-se que capacidade de refrigeração (Btu/h), nível de CO₂ (ppm), ponto de orvalho (°C) e umidade relativa do ar externo (URext%) seriam as mais importantes. Assim medidas dessas variáveis foram realizadas conforme cronograma da pesquisa.

O modelo matemático de homogeneização foi ajustado utilizando-se o Método dos Mínimos Quadrados para estimativas não-tendenciosas dos parâmetros, onde a heterogeneidade dos dados foi tratada a partir do uso de metodologia científica (suportada por técnicas apropriadas da estatística),

que levou a indução de modelo validado por todos os pressupostos básicos contemplados no anexo A2 da norma ABNT/NBR 14.653-2/2011 (avaliação de bens), tais como micronumerosidade, equilíbrio da amostra, homocedasticidade do modelo, aleatoriedades dos resíduos com distribuição normal, colinearidade ou multicolinearidade, pontos influenciadores ou outliers, teste de significância dos parâmetros (teste t) e teste de significância das variáveis (teste F).

3. Resultados e discussão

A partir da análise do projeto, conforme apresentado na Tabela 1, foi identificado que três capacidades representaram cerca de 65% dos equipamentos componentes do sistema de refrigeração do prédio em estudo.

TABELA 1

Composição do sistema de refrigeração de um prédio público na cidade de Olinda.

Capac. Unit. (BTU/h)	Quant.	Capac.total (TR)	(%)
7500	24	15,00	3,79
9600	23	18,40	4,65
12300	127	130,18	32,91
15400	30	38,50	9,73
18000	3	4,50	1,14
19100	35	55,71	14,08
24000	1	2,00	0,51
24200	31	62,52	15,81
30000	2	5,00	1,26
30700	5	12,79	3,23
38200	16	50,93	12,88
TOTAL	297	395,525	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da metodologia de pesquisa científica, utilizando-se o Método dos Mínimos Quadrados para estimativas não-tendenciosas dos parâmetros, foi identificado um modelo de regressão para quantificação do volume horário de água condensada do sistema de climatização do prédio em estudo, composto pela seguinte equação:

EQUAÇÃO 1

Equação do modelo para quantificação do volume horário de água condensada para qualquer evaporadora do tipo VRF

$$\text{Volume (ml/h)} = 1165,6799 + -11073085 * 1/\text{Capac. (Btu/h)} + 599413,6 * 1/\text{CO}_2 \text{ (ppm)} + -30,123209 * \text{Pt. Orvalho (}^\circ\text{C)} + -8255,7653 * 1/\text{UR Ext (\%)}$$

Onde:

- **Volume horário (ml/h)** – Variável dependente (explicada) correspondente ao volume horário da capacidade de refrigeração do equipamento;
- **Capac. (Btu/h)** – (Variável quantitativa - independente) correspondente à capacidade de refrigeração do aparelho condicionador de ar objeto de estudo;
- **CO₂ (ppm)** – (Variável quantitativa – independente) correspondente ao nível de gás carbônico no ambiente onde está localizado o aparelho objeto de estudo;
- **Pt Orvalho (°C)** – (Variável quantitativa - independente) correspondente à temperatura do ponto de orvalho no ambiente onde está localizado o aparelho objeto de estudo;
- **UR ext (%)**. – (Variável quantitativa - independente) correspondente ao percentual da umidade do ar exterior do ambiente onde está localizado o aparelho objeto de estudo.

As amplitudes utilizadas como variáveis explicativas do modelo-regressão desenvolvido são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2

Composição do sistema de refrigeração de um prédio público na cidade de Olinda.

Variáveis	Amplitude	
	Mínimo	Máximo
Temperatura interna (°C)	21,0	26,0
Umidade Relativa do ar interno (%)	43,0	65,1
Níveis de CO ₂ (ppm)	482,0	1186,0
Ponto de orvalho (°C)	9,9	16,8
Temperatura Bulbo úmido (°C)	14,2	20,8
Temperatura externa (°C)	25,8	36,1
Umidade relativa do ar (%)	24,4	77,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

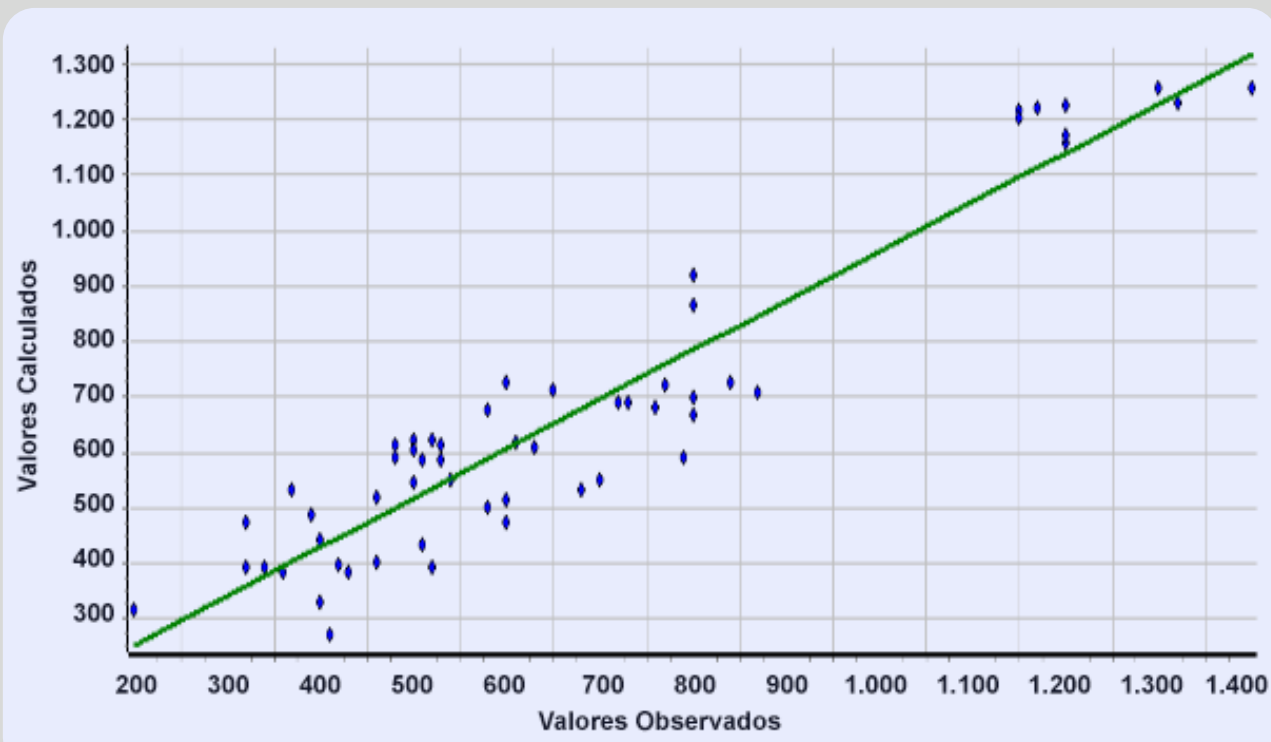
Tal equação contempla em torno de 65% dos equipamentos instalados no prédio em estudo, onde os 35% restantes obedecem o critério de extrapolação da norma NBR 14.653-2/2011 que admite para apenas uma variável (no caso a capacidade térmica) desde que:

- (a) as medidas das características do objeto não sejam superiores a 100 % do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior;
- (b) o valor estimado não ultrapasse 15% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável, em módulo.

A Figura 2 nos permite observar o ajuste da equação, frente à reta de ajuste do modelo desenvolvido.

FIGURA 2

Valores observado X valores calculados no modelo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O R^2 ajustado observado para essa equação foi de 0,8797, o que consideramos refletir de forma satisfatória o potencial de captação de água no sistema de refrigeração estudado. Considerando a equação parametrizada do volume horário apresentada na Equação 1 e a composição dos equipamentos de refrigeração do prédio estudado apresentados na Tabela 1 obtivemos o volume horário do prédio em estudo, os quais estão devidamente apresentados na Tabela 3.

TABELA 3

Volume horário unitário e total do sistema de climatização do prédio em estudo.

Volume horário admissíveis para o intervalo de confiança de 80%							
Capac. Refriger. (Btu/h)	Quant. de equipa- mentos	Volume horário unitário (ml/h)			Volume horário total (ml/h)		
		Mínimo	Estimado	Máximo	Mínimo	Estimado	Máximo
7.500	24	410,92	471,47	532,01	9.862,08	11.315,28	12.768,24
9.600	23	410,92	471,47	532,01	9.451,16	10.843,81	12.236,23
12.300	127	413,78	434,08	454,38	52.550,06	55.128,16	57.706,26
15.400	30	872,22	905,88	939,54	26.166,60	27.176,40	28.186,20
18.000	3	976,93	1.009,74	1.042,55	2.930,79	3.029,22	3.127,65
19.100	35	1.097,41	1.122,47	1.148,11	38.409,35	39.286,45	40.183,85
24.200	32	1.192,03	1.247,23	1.302,44	38.144,96	39.911,36	41.678,08
30.000	2	1.213,53	1.255,81	1.298,09	2.427,06	2.511,62	2.596,18
30.700	5	1.221,42	1.264,23	1.307,04	6.107,10	6.321,15	6.535,20
38.200	16	1.287,40	1.335,04	1.382,68	20.598,40	21.360,64	22.122,88
Volume horário total (l/h)					206,65	216,88	227,14

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando que o horário normal do Fórum em estudo é das 07:00h às 17:00h, ou seja, um intervalo de 10 horas diárias, temos o volume total diário apresentado na Tabela 4.

TABELA 4

Volume diário total do sistema de climatização do prédio em estudo.

Horas diárias trabalhadas (10h)	Volume diário total (l)		
	Mínimo	Estimado	Máximo
Volume horário total (l/h)	206,65	216,88	227,14
Volume diário total (l)	2.066,50	2.168,80	2.271,40

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando 22 dias úteis no mês (excetuando o funcionamento da sala de plantão e recepção dos plantões judiciais), temos o volume mensal total de água condensada apresentada na tabela 5.

TABELA 5

Volume mensal total do sistema de climatização do prédio em estudo.

Dias úteis mensais (22 dias)	Estimado	Máximo
Volume diário total (l)	2.168,80	2.271,40

Fonte: Elaborado pelo autor.

TABELA 6

Volume anual total do sistema de climatização do prédio em estudo.

Quantidade de meses anual (12 meses)	Volume anual total (l)		
	Mínimo	Estimado	Máximo
Volume mensal total (l)	45.463,00	47.713,60	49.970,80
Volume anual total (l)	545.556,00	572.563,20	599.649,60

Fonte: Elaborado pelo autor.

4. Conclusão

A partir da aplicação da análise de regressão múltipla foi possível obter uma equação geral de estimativa de água condensada dos equipamentos componentes de parques de refrigeração.

Com a implantação de um sistema de captação da água condensada do sistema de refrigeração do prédio em estudo (2.483,50 m²) é possível o reuso de 600.000 litros de água por ano acarretando uma economia anual de R\$ 5.245,45.

Nesse contexto, é evidente a potencialidade de aplicação de pesquisas como

essa, ao passo que estudos voltados para o reuso de água condensada, feita de forma sustentável e sem a utilização de muitos fundos econômicos, é de fácil aplicação e torna viável ter um meio de abastecimento de água, proveniente de recursos que seriam descartados por vias que contaminariam essa água limpa.

Referências

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental [ABES] (2015). *Reúso de Água nas crises hídricas e oportunidades no Brasil*.

ABNT NBR 14653-2 de 03 de fevereiro de 2011. *Avaliação de Bens: Imóveis Urbanos* [S.l.]: São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Catapreta C.A.A., Freitas A.S. (2017). *Estudo de viabilidade para aproveitamento da água de condensação de máquinas de ar condicionado*, em Congresso Abes.

Carvalho, I. M., Santiago, A. L. S., Lima, E. L. A., Sousa, I. M. T., Baydum, V. P. A. (2017). *Análise de água proveniente de aparelho de ar condicionado visando o seu reaproveitamento*, UNICAP, Recife.

Neto, A. F. (2014). *Engenharia de Avaliações*, IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, Editora Leud, São Paulo.

Guzzo, F. R., Belisário, G. Z., Gonçalves, R. F. (2017). *Avaliação do aproveitamento da água condensada em edificação comercial de grande porte*, Congresso Abes, São Paulo.

Lei nº 16.584 de 10 de junho de 2019 (2019). Dispõe sobre normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco e dá outras providências. Diário Oficial de Pernambuco, Recife. Recuperado em 16 de novembro, 2020, de <https://legis.alepe.pe.gov.br>.

Resolução ANVISA nº 9 de 16 de janeiro de 2019, dispõe sobre orientação técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Brasília, DF.

Esteja junto aos melhores e
seja diferenciado no mercado!

Seja sócio!



Benefícios de se associar ao IBAPE-PE:

- ☒ Divulgação do associado no Site Oficial do IBAPE-PE
- ☒ Participação em Grupos de Trabalho Técnico
- ☒ Networking com profissionais destacados
- ☒ Uso do nome do Instituto em Trabalhos e Materiais de Divulgação
- ☒ Participação em Grupos de Desenvolvimento e Aprimoramento de Normas Técnicas
- ☒ Descontos em cursos e em congressos, incluindo Grupo Especial de Desconto para associados
- ☒ Comprovação de Capacidade Técnica para credenciamentos
- ☒ Carteira de Associado IBAPE-PE
- ☒ Selo IBAPE-PE de autenticação de documentos do associado

Da inadequação do vocábulo patologia aplicado a danos físicos em imóveis

Tácito Quadros Maia MSc.¹

Resumo

Neste artigo apresentaremos argumentos que demonstram a inadequação da tradução ou definição do termo patologia e apresentaremos a real definição do termo PATHOS com base na sua etimologia. Decorrente da nova conceituação ficará demonstrado também a inadequação do termo ou expressão “manifestação patológica”. Além da pesquisa etimológica, apresentaremos exemplos práticos demonstrando que, embora as ditas “manifestações patológicas” possam ser enquadradas no conceito de dano físico podem existir alguns destes danos que não possam ser considerados como “manifestação patológica” e ainda certos defeitos que não possuem nenhuma manifestação aparente e, portanto, também impossíveis de classificar como manifestação patológica.

Palavras-chave: Perícia. Patologia. Manifestação patológica. Danos físicos.

From the inadequacy of the word pathology applied to physical damage to real estate.

Abstract

In this article we will present arguments that demonstrate the inadequacy of the translation or definition of the term pathology and we will present the real definition of the term PATHOS based on its etymology. As a result of the new conceptualization, the inadequacy of the term or expression “pathological manifestation” will also be demonstrated. In addition to the etymological research, we will present practical examples demonstrating that, although the so-called “pathological manifestations” can be framed in the concept of physical damage, there may be some of these damages that cannot be considered as “pathological manifestation” and also certain defects that have no manifestation apparent and therefore also impossible to classify as pathological manifestation.

Keywords: Expertise. Pathology. Pathological manifestation. Physical damage.

1. Introdução

O termo Patologia é amplamente utilizado nas diversas áreas da ciência, com denominações do objeto de estudo que variam de acordo com o ramo de ati-

¹ORCID (0000-0002-5212-5468), Engenheiro Civil - CREA 89103761-7 D/RJ. E-mail: tqm.eng@gmail.com

vidade utilizando uma interpretação limitada do original grego, especialmente quanto a palavra páthos, traduzida como doença. Agregada a lógos, estudo, a patologia é traduzida como o estudo de doenças. Essa interpretação em áreas como Ciências Médicas e Biológicas é comum, por se tratar de estudos investigativos referentes às alterações estruturais e funcionais das células, dos tecidos e dos órgãos, provocados por doenças.

No campo da engenharia, o termo patologia está consolidado na área de reabilitação e conservação de edificações. A patologia nas edificações se dedica ao estudo de anomalias ou problemas (possíveis “doenças”) do edifício e as alterações anatómicas e funcionais causadas no mesmo. Estas “doenças” podem ter origem durante a execução da obra (emprego inadequado de materiais e métodos construtivos), na concepção do projeto, adquiridas ao longo de sua vida por mudanças no ambiente externo ou pela ação ou omissão do homem como mau uso e ainda acidentes imprevistos naturais como vendavais extremos.

Seguindo a atual conceituação, todas as manifestações patológicas podem ser enquadradas no conceito de dano físico. Ou seja, alguma alteração da edificação que apresenta funcionamento diverso do qual foi projetado e prejudica a sua utilização podendo significar risco imediato à segurança e solidez, apenas questões estéticas ou ainda gerar riscos à saúde.

Vários autores têm defendido que existe um equívoco no emprego da palavra patologia, tanto entre leigos como no meio técnico com a palavra sendo empregada para definir o que deveria ser chamado de manifestação patológica. Segundo esses autores, uma manifestação patológica é a expressão resultante de um mecanismo de degradação e a patologia é uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa

da ocorrência de determinada manifestação patológica.

Deste modo, a patologia seria um termo muito mais amplo do que manifestação patológica, uma vez que ela é definida como a ciência que estuda e tenta explicar a ocorrência de tudo o que se relaciona com a degradação de uma edificação. Uma fissura não é definida como uma patologia, mas sim um sintoma cujo mecanismo de degradação (doença) poderia ser corrosão de armaduras, deformação excessiva da estrutura, reação álcali-agregado, e cuja terapia (o que fazer para restabelecer a estrutura) deve levar em conta as causas da “doença”.

Neste artigo vamos apresentar argumentos que demonstram a inadequação da tradução ou definição do termo patologia como atualmente aceito ao apresentar a real definição do termo PATHOS com base na sua etimologia e com um exemplo prático demonstrando que, embora as ditas “manifestações patológicas” possam ser enquadradas no conceito de dano físico podem existir alguns destes danos que não possam ser considerados como “manifestação patológica”.

Este artigo se enquadra na metodologia de revisão sistemática da literatura ao utilizar técnicas de pesquisa dirigida em sites acadêmicos e analisar os textos encontrados. Como um texto seminal e introdutório não se destina a esgotar o assunto, antes, abrir um debate acadêmico que possa reunir novas pesquisas e opiniões que indiquem um caminho para sistematização de uma terminologia adequada e tecnicamente correta para utilização nos trabalhos de Engenharia Diagnóstica.

2. Definição de Pathos

Segundo Aristóteles (384-322 a.C.), nos três livros que compõem a “Retórica”, existem três aspectos fundamentais do discurso que levam à persuasão dos ouvintes: ethos, pathos e logos.

O Ethos refere-se às características do orador que podem influenciar o processo de persuasão, como a sua autoridade, honestidade e credibilidade em relação ao tema em análise. A capacidade de dialogar do orador e a sua apresentação também estão incluídas nas competências que poderão levar à persuasão.

Por sua vez, o Pathos refere-se ao apelo ao lado emocional do público-alvo. Por exemplo, quando o orador, que se apresenta como membro da audiência, apela às emoções desta última através de metáforas ou de manifestações físicas de emoções (como sorrisos ou lágrimas). Para isso, é imprescindível ter um conhecimento antecipado de como comover o público. (grifo nosso)

Finalmente, o Logos diz respeito ao conteúdo do discurso, ao uso da lógica. Isto é, à forma como a tese é apresentada (a clareza do discurso, o uso de técnicas como a repetição, a escolha minuciosa da ordem dos argumentos, o evitar ou uso hábil de falácias) e à força dos seus argumentos, diminuindo as hipóteses de refutação. (BARRETO, 2021)

Nesta utilização da palavra por Aristóteles percebemos que está vinculada a sentimentos, emoções e não a doenças. Este entendimento está presente em vários autores e filósofos. Neste sentido, as definições encontradas na Wikipédia:

Pathos: o uso de apelos emocionais para alterar o julgamento do público. Pode ser feito através de metáforas e outras figuras de retórica, da amplificação, ao contar uma história ou apresentar o tema de uma forma que evoca fortes emoções na platéia. (WIKIPEDIA, 2013)

Pathos ou path é uma palavra grega que significa paixão, excesso, catástrofe, passagem, passividade, sofrimento, assujeitamento, sentimento e ligação afetiva. O conceito

filosófico foi criado por Aristóteles e apropriado por Descartes para designar tudo o que se faz ou acontece de novo é geralmente chamado (pelos filósofos) de pathos. E se o conceito está ligado a padecer, pois o que é passivo de um acontecimento, padece deste mesmo. Portanto, não existe pathos se não na mobilidade, na imperfeição. Tal termo grego pode transliterado como **pata**, **patia** e **pato** para as línguas neolatinas e anglo-saxãs, sendo eles utilizados como prefixos e/ou sufixos na composição de muitas terminologias (como apatia, empatia, patogénese, psicopatia, telepatia, etc).

Observação: Pathos não significa doença, mas tem sido usada para abordar a temática ultimamente.

É uma palavra muito utilizada por Nietzsche em suas obras: “*O Pathos da nobreza e da distância, como já disse, o duradouro, dominante sentimento global de uma elevada estirpe senhorial, em sua relação com uma estirpe baixa, com um ‘sob’ - eis a origem da oposição ‘bom’ e ‘ruim’.*” (WIKIPEDIA, 2021)

Acrescento ainda outras palavras derivadas do radical grego: simpatia, antipatia, patético para apresentar mais conceitos, desta feita encontrados em escritos da área da psicologia.

O recurso para **pathos** é um argumento emocional. Argumentos dessa natureza podem ter como alvo sentimento comum, valores culturais compartilhados ou serem estruturados para manipular e provocar uma resposta emocional direta. A pessoa que faz o argumento procura fazer o ouvinte se identificar com ela. (AZEVEDO, 2017)

Essa compreensão e uso da palavra, em especial na medicina, não retiraram do seu conteúdo semântico a sua radicalidade como um estado de espírito ou mesmo paixão:

A noção de estado de doença, mesmo que tenha se constituído na forma usual de compreensão do radical pathos nas línguas ocidentais, não encobriu por completo a sua

complexidade. Uma outra acepção tem sido valorizada com um sucesso menor. Trata-se de uma das dez categorias aristotélicas, apontada por Descartes, Condillac e Hegel: a paixão humana. Foi com Kant que este caminho se viu valorizado como sendo as *passiones animi* (*Leidenschaften*). As paixões passaram então a fazer parte das noções psicológicas. Elas podem ser compreendidas como tendências de uma certa duração da vida psíquica, afetiva, intelectual, imagética, que dominam a vida do espírito.

Um outro resquício do antigo *pathos* ressurge no discurso cotidiano atual, sem nenhum compromisso com noções de origem médica e mesmo científicas. Trata-se da idéia de simpatia. Tanto esta como a antipatia não estão presentes só na clínica diária. São experiências da vida comum. Vivemos essas experiências nas relações com os outros e até com acontecimentos, mesmo coisas. (MARTINS, 1999)

Ou seja, o conceito de *pathos* é muito mais ligado a emoções, paixões do que com doenças ou problemas. Na realidade, o termo tem uma conotação de diferenciar algo que não provém da razão.

Antes de respondermos essas ou está pergunta em seu desdobramento é decisivo ressaltar que o termo *pathos* deriva do grego πάθος, que por sua vez, trata-se fundamentalmente de uma vivência complexa, profunda e lenta de algo, ou melhor, é a travessia de algo. Isso não quer dizer que *pathos* significa apenas paixão, afeto e desejo, mas no grego ele está tanto para *Erlebnis* como também para destino. O significado etimológico da palavra *pathos* está em plena sintonia com *Erlebnis*, no rigoroso sentido de ser um termo que não é, de antemão, sistematizado pela razão. É nessa perspectiva que *pathos* será empregado, ou seja, como algo que está para além da sistematização da razão, por se caracterizar como vivência. (CAES, 2012)

Diante desta pesquisa, podemos já defender com segurança a inadequação da utilização do termo patologia como definição do estudo das causas dos danos nas construções civis e, mais especialmente, para os danos em si.

Embora não tenha sido possível encontrar a origem do termo na história da medicina, atribuímos o equívoco à própria conceituação empregada por Hipócrates de que a saúde dependia dos “Humores” (*Pathos*).

A Teoria humoral (ou teoria dos quatro humores), também conhecida por teoria humoral hipocrática ou galénica, defendia que a vida seria mantida pelo equilíbrio entre quatro humores: sangue, fleuma, bílis amarela e bílis negra. Segundo o predomínio natural de um destes humores na constituição dos indivíduos, teríamos os diferentes tipos fisiológicos: o popular sanguíneo, o sereno fleumático, o forte colérico e o perfeito melancólico.

Assim, a conceituação original foi deturpada para representar doença com o mesmo termo *pathos* e essa inadequação migrou para a engenharia representando as inadequações ou inconformidades, também referidas como danos físicos, quando aparentes.

3. A Inadequação da aplicação do termo Patologia

Além desta conceituação etimológica que demonstra a real significação do termo *pathos* e, por conseguinte, patologia, mesmo se abrissemos mão do rigor lingüístico, ainda assim a sua utilização estaria comprometida pelos exemplos de danos físicos não caracterizáveis como “doenças”. Ou seja, embora as ditas “manifestações patológicas” (doenças) possam ser enquadradas no conceito de dano físico podem existir alguns destes danos que não são considerados como “manifestação patológica” por

não serem indesejados ou acidentais.

Um exemplo bem comum em uma edificação são as fissuras admissíveis, que são aceitas ou previstas no projeto. O projeto estrutural precisa ser elaborado conforme a respectiva classe de agressividade ambiental - segundo a norma de Projetos de Estruturas de Concreto (NBR 6118:2003). Uma viga de concreto armado certamente sofrerá flexão e fissuração na região tracionada.

Ocorrendo a fissuração da viga, mesmo dentro do previsto, teremos um dano físico, pois há o rompimento do concreto. Ocorre que, este dano é esperado e não é uma “doença”, ou seja, não se aplicaria o termo manifestação patológica. Infelizmente, muitos colegas esquecem-se da previsão normativa e apresentam seus laudos indicando o evento como patologia ou manifestação patológica.

Aqui temos de buscar conceitos fora da engenharia, como o foi o próprio termo patologia. No Direito encontramos a questão do dano físico – lesão corporal no Código Penal brasileiro em seu artigo 129 que o descreve como sendo uma ofensa à integridade física ou à saúde de outrem. O médico ao realizar um procedimento invasivo no paciente, a rigor, pratica uma lesão corporal. Imaginemos uma cirurgia aberta, onde há o corte e abertura do abdômen do paciente. A segunda parte do inciso III, do artigo 23 do Código Penal, dispõe não haver crime quando o agente pratica o fato no exercício regular de direito. Trata-se de excludente de ilicitude (BITENCOURT, 2015). Ou seja, apesar de haver uma ação lesionadora, não há crime pelo fato de ter sido praticada no exercício legítimo de um direito.

De todo modo, a ação do médico continua sendo considerada lesão corporal grave e a Lei trata de explicitamente autorizá-la. Igual interpretação é cabível no caso do fissuramento da viga de concreto armado que continua sendo um dano físico, pois por ób-

vio, aparece como um dano pela movimentação da estrutura e é autorizado, senão incentivado ou ainda determinado pela NBR para o perfeito funcionamento da viga com seus trechos tracionados e comprimidos.

Por outro lado, existem defeitos que não tem demonstração física imediata e, portanto, não possuem “manifestação” o que também impediria o correto uso do termo manifestação patológica.

Podemos citar como exemplo um concreto cuja previsão de projeto era 40 MPA e que na prática obteve 30 MPA, um erro que pode ter várias origens como falhas na dosagem ou mistura, tempo de execução, intencionalidade. Neste caso, temos a “doença” sem manifestação, sem o dano físico decorrente e, portanto, inaplicável o termo manifestação patológica (embora coubesse patologia). Ainda assim, esse “erro” é uma “doença” que, embora não aparente, poderá ocasionar dano futuro ou no mínimo representa uma subtração pecuniária por entregar coisa diversa do acordado com redução de qualidade.

Partindo para uma pesquisa em normas e leis, novamente não encontramos o termo “manifestação patológica” em nenhum documento. A Associação de Normas Técnicas – ABNT, em várias normas apresenta definições aplicáveis, tais como, da Norma de avaliações parte I:

3.12.1 decrepitude: Desgaste de suas partes constitutivas, em consequência de seu envelhecimento natural, em condições normais de utilização e manutenção.

3.12.2 deterioração: Desgaste de seus componentes em razão de uso ou manutenção inadequados.

3.12.3 mutilação: Retirada de sistemas ou componentes originalmente existentes.

3.12.4 obsolescência: Superação tecnológica ou funcional. (ABNT 14.653-1, 2017).

Ou ainda da mesma norma na sua parte II:

3.11 defeitos construtivos

anomalias que podem causar danos efetivos ou representar ameaça potencial à saúde ou à segurança do usuário, decorrentes de falhas do projeto, do serviço ou do material aplicado na execução da construção.

3.12 depreciação física

perda de valor em função do desgaste das partes constitutivas de benfeitorias, resultante de decrepitude, deterioração ou mutilação.

3.78 vício

anomalia que afeta o desempenho de produtos ou serviços, ou os torna inadequados aos fins a que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais ao consumidor.

3.79 vício construtivo

vício que decorre de falha de projeto, de material aplicado na construção ou de execução.

3.80 vício de utilização

vício que decorre de uso inadequado ou de falha na manutenção. (ABNT 14.653-2, 2011).

Já a NBR 15.575 em suas diversas partes, embora não apresente um glossário extenso, usa os termos “falha”, “dano” e “patologia” para referenciar as patologias ou inconformidades com os padrões normativos, a exemplo da parte 1:

3.3 falha

ocorrência que compromete o estado de utilização do sistema ou elemento. Essa ocorrência pode resultar de fissuração ou deslocamentos acima de limites aceitáveis, avarias no sistema ou no elemento estrutural ou nas interfaces com outros sistemas ou elementos.

3.32 patologia

não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural. (ABNT 15.575 – 1, 2013).

Na parte 2:

3.3 falha

ocorrência que compromete o estado de utilização do sistema ou elemento. Essa ocorrência pode resultar de fissuração ou deslocamentos acima de limites aceitáveis, avarias no sistema ou no elemento estrutural ou nas interfaces com outros sistemas ou elementos. (ABNT 15.575-2, 2013).

Ou ainda na sua parte 3:

3.10 falha

ocorrência que compromete o estado de utilização do elemento, por fissuração, danos no elemento e nas interfaces com outros elementos, deslocamentos acima de limites aceitáveis e outros. (ABNT 15.575-3, 2013).

A inovação ocorreu em 2020 com a publicação da Norma de Inspeção Predial que, embora apresente o termo “patologia”, cria o neologismo “manifestação patológica”:

3.32 patologia

não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural.

3.10 deterioração

degradação antes do final da vida útil dos materiais e/ou componentes das edificações, em decorrência de anomalias e/ou falhas de uso, operação e manutenção.

3.12 falha (de uso, operação ou manutenção)

irregularidade ou anormalidade que implica no término da capacidade da edificação ou de suas partes de cumprir suas funções como requerido, ou seja, atingimento de um desempenho não aceitável (inferior ao desempenho mínimo requerido).

3.17 manifestação patológica

ocorrência resultante de um mecanismo de degradação. Sinais ou sintomas decorrentes da existência de mecanismos ou processos de degradação de materiais, componentes ou sistemas, que contribuem ou atuam no sentido de reduzir seu desempenho.

O Código de Defesa do Consumidor, CDC, utiliza a terminologia “defeito” e a define como a não segurança ao uso no seu artigo 12º. No artigo 18 utiliza o termo “vício” e o define:

Art. 18. Os fornecedores de produtos de consumo duráveis ou não duráveis respondem solidariamente pelos vícios de qualidade ou quantidade que os tornem impróprios ou inadequados ao consumo a que se destinam ou lhes diminuam o valor, assim como por aqueles decorrentes da disparidade,

com as indicações constantes do recipiente, da embalagem, rotulagem ou mensagem publicitária, respeitadas as variações decorrentes de sua natureza, podendo o consumidor exigir a substituição das partes viciadas.

O Código Civil Brasileiro, no seu art. 235 utiliza a nomenclatura “deterioração”: Deteriorada a coisa, não sendo o devedor culpado, poderá o credor resolver a obrigação, ou aceitar a coisa, abatido de seu preço o valor que perdeu (BRASIL, 2002) e no art. 441 “vícios” e “defeitos”: A coisa recebida em virtude de contrato comutativo pode ser enjeitada por vícios ou defeitos ocultos, que a tornem imprópria ao uso a que é destinada, ou lhe diminuam o valor (IBDEM) e, no art. 622 “danos” e “defeitos”: Se a execução da obra for confiada a terceiros, a responsabilidade do autor do projeto respectivo, desde que não assuma a direção ou fiscalização daquela, ficará limitada aos danos resultantes de defeitos previstos no art. 618 e seu parágrafo único (IBDEM). No capítulo XV, sobre seguros, o código traz as expressões “dano” e “vício”. (IBDEM).

4. Conclusão

Há um entendimento de que a língua é viva e mutante, fruto da interação social.



**Priscilla
Martinelli**

Engenheira Agrônoma
CREA 19559D/PE - IBAPE-PE 358

Avaliação de
Imóveis Rurais

Avaliação
de Serviços

Perícias
de Engenharia

Assistência Técnica
em Perícias Judiciais

Pois bem, até certo ponto compactuo com essa liberdade, especialmente quanto à expressão falada. Quando tratamos de Laudos Técnicos ou Perícias Judiciais entendo que a precisão terminológica deva ser buscada com rigor.

Ainda assim, se adotarmos o conceito da aceitação pelo uso, chegaríamos a um novo impasse: sempre utilizamos o termo “patologia” para definir danos físicos indesejáveis e então não haveria razão para adotar o novo paradigma “manifestação patológica”. Até mesmo na medicina o termo patologia sempre foi utilizado como sinônimo de doença e somente recentemente os autores passaram a questionar o termo. Se vamos partir para uma definição nova e adequada, este artigo fica como um ponto de partida.

A pesquisa mostrou que não há citação do termo “manifestação patológica” na engenharia nem no direito brasileiro à exceção da norma de inspeção predial que de forma contraditória apresenta os dois termos, “patologia” e “manifestação patológica”. Uma pesquisa na bibliografia em língua inglesa e espanhola tampouco encontrou nenhuma citação desse neologismo, de forma que a referida norma deve ser revista e corrigida.

Espero que este trabalho motive o debate entre os colegas e que possamos trabalhar na pesquisa de uma nova nomenclatura adequada tecnicamente e que possa ser utilizada nos diversos diplomas normativos como o Código Civil, Código de Defesa do Consumidor, NBR, Laudos Técnicos e perícias.

Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-1: Informação e documentação: Referências**. Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.653-2: Avaliação de bens Parte 2: Imóveis urbanos**. Rio de Janeiro. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1 a 7: Edificações habitacionais — Desempenho**. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16747: Inspeção Predial**. Rio de Janeiro. 2020.

AZEVEDO, Tiago. Publicado em <http://psicoativo.com/2017/04/ethos-pathos-e-logos-aristoteles-argumentacao-conceitos-significados.html>. Acesso em 06 de fevereiro de 2021.

BARRETO, Ana Margarida. <https://doisdedosedemarketing.wordpress.com/2013/03/28/ethos-pathos-e-logos/>. Acesso em 06 de fevereiro de 2021.

BITENCOURT, Cezar Roberto, *Código Penal Comentado*, Editora Saraiva, páginas 85 a 89. 2015.

BRASIL. *Código Civil*. Acesso em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm

BRASIL. *Código de Defesa do Consumidor*. Acesso em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/533814/cdc_e_normas_correlatas_2ed.pdf

CAES, Valdinei. *Revista eletrônica do curso de Pedagogia das Faculdades OPET, ENSAIOS PEDAGÓGICOS - EXISTÊNCIA NA DIMENSÃO DE PATHOS EM KIERKEGAARD: O CONCEITO DE PAIXÃO (PATHOS)*. 2012.

MARTINS, Francisco. *Revista Latino-americana de Psicopatologia Fundamental*, vol II, nº 4, pag. 62-80 - O que é phatos? 1999.

WIKIPEDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ret%C3%B3rica>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2021.

WIKIPEDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Pathos>.

A caixa de assistência dos Profissionais do CREA



MUTUA-PE
CAIXA DE ASSISTÊNCIA DOS PROFISSIONAIS DO CREA



Variação de resistência em argamassa devido à ação de sais solúveis na região do sertão, no município de Petrolina PE

Alan Christie da Silva Dantas Dr.¹,
Bruno Marinho Calado Msc.², Thiago César de Andrade Queiroz³

Resumo

A construção civil é um importante setor para o desenvolvimento econômico e social do país. É um setor produtivo que gera grandes impactos ambientais, quer pelo consumo de recursos naturais, quer pela geração de resíduos. E, com crescimento da construção civil, sem critérios de controle de qualidade, são utilizados materiais muitas vezes contaminados por sais, que compõem a formação mineralógica dos agregados e/ou são gerados pelo meio onde vivemos. Este fato é muito acentuado na Região do Sertão, na cidade de Petrolina/PE. Nesta região, esta patologia tem se agravado muito com o crescimento populacional, e em muitos casos, comprometendo o revestimento e resistência mecânica dos materiais durante seu tempo de vida útil, impossibilitando assim que sejam cumpridos os requisitos

da NBR 15.575 – Desempenho de Edificações Habitacionais. O presente trabalho apresentará fatores que contribuem para o surgimento desta patologia, que são muito relevantes ao processo, tais como variação de umidade e temperatura, acelerando assim a perda de resistência mecânica através da perda de cristalização dos compostos da argamassa. Sendo todo o estudo baseado em um estudo de caso gerado por uma perícia em edificação residencial. Os ensaios mecânicos demonstraram ganho da capacidade de resistência à compressão nos primeiros dias de cura, e após esse período, ocorreram pequenas quedas ou estabilidade estrutural até os últimos ensaios, apresentando perda de propriedade mecânica após decorridos 90 dias de exposição. Ficou demonstrado que a ação dos sais sobre o revestimento de argamassa ocorre de forma rápida, mes-

¹ORCID (0000-0002-2357-5427), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Coordenação de Engenharia Mecânica. E-mail: alanicsd@gmail.com

²ORCID (0000-0003-3416-8314), Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Coordenação de Edificações. E-mail: bruno.calado@ifsertao-pe.edu.br

³ORCID (0000-0003-4475-9193), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Coordenação de Engenharia Mecânica. E-mail: thiagocesarandrade@hotmail.com

mo antes da edificação ser concluída.

Palavras-chave: Construção Civil, Patologia de Materiais, Argamassa, Sais Solúveis.

Variation of resistance in mortar due to the action of soluble salts in the sertão region, in the city of Petrolina PE.

Abstract

Civil construction is an important sector for the country's economic and social development. It is a productive sector that generates major environmental impacts, either through the consumption of natural resources or the generation of waste. And, with the growth of civil construction, without quality control criteria, materials are often used that are contaminated by salts, which make up the mineralogical formation of the aggregates and / or are generated by the environment where we live. This fact is very accentuated in the Sertão Region, in the city of Petrolina / PE. In this region, this pathology has worsened a lot with the population growth, and in many cases, compromising the coating and mechanical resistance of the materials during their useful life, thus making it impossible to meet the requirements of NBR 15.575 - Performance of Residential Buildings. The present work will present factors that contribute to the appearance of this pathology, which are very relevant to the process, such as variation of humidity and temperature, thus accelerating the loss of mechanical resistance through the loss of crystallization of the mortar compounds. The whole study being based on a case study generated by an expertise in residential building. The mechanical tests showed a gain in the capacity of resistance to compression in the first days of curing, and after that period, small falls or structural stability occurred until the last tests, showing loss of mecha-

nical property after 90 days of exposure. It has been shown that the action of salts on the mortar lining occurs quickly, even before the building is completed.

Keywords: Civil Construction, Material Pathology, Mortar, Soluble Salts.

1. Introdução

Com o crescimento desorganizado do mercado imobiliário nos centros urbanos, os espaços nobres começam a ficar cada vez mais escassos. Na grande maioria das situações os terrenos disponibilizados não possuem drenagem apropriada, e caracterizado em sua superfície a presença de sais minerais solúveis, exigindo tratamentos especiais e estudos específicos de análise do solo.

A construção desordenada em alvenaria com blocos de vedação, numa concepção de alvenaria estrutural, sem respaldo normativo, vem sendo bastante empregada em diversos tipos de edificações na região, mostrando-se um mercado crescente para uma solução de engenharia inadequada e sem controle nos procedimentos.

O sal pode ser definido, segundo Netto (1995 apud NAPPI; LALANE, 2010), como “compostos provenientes ou dos ácidos, pela substituição total ou parcial dos seus hidrogênios ionizáveis por cátions, ou das bases, pela substituição total ou parcial dos grupos de OH pelos ânions dos ácidos”. Em outras palavras é uma substância iônica, que resulta da reação química entre um ácido e uma base, genericamente,



Os sais, ao reterem uma determinada quantidade de água em sua estrutura cristalina hexagonal de formação, cuja relação depende das condições de temperatura e umidade, ocasionam um aumento na volumetria de sua estrutura, originando uma pressão de hidratação contra as paredes dos poros dos materiais em que estejam inseridos, rompendo-os como consequên-

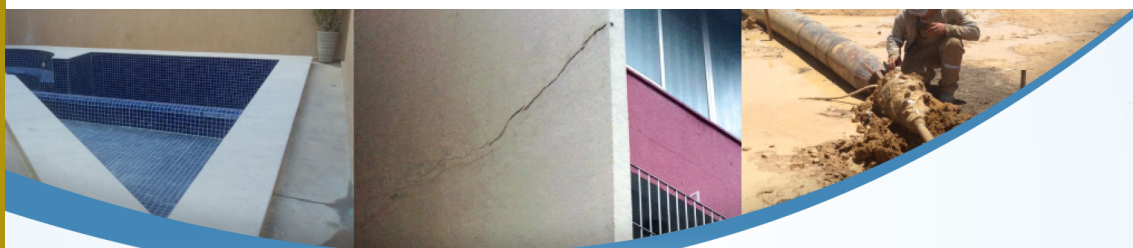
cia. Salienta-se que este fato pode ocorrer em diversas edificações, que possua em seu agregado miúdo teor de sais elevados, independente de tempo e metodologia construtiva, desde que estejam sujeitas a esses ataques no revestimento.

A cristalização de sais solúveis, que resulta no tão conhecido “salitre”, é hoje amplamente reconhecida como uma das principais causas da deterioração das construções antigas. Os sais solúveis podem ter origens diversas: o solo, a água do mar, brisa marinha, a poluição atmosférica, os próprios materiais de construção (argamassas, agregados, materiais cerâmicos, etc.) ou mesmo produtos armazenados nas proximidades (produtos alimentares salgados, pesticidas, dejetos de animais, etc.).

Os sais solúveis originam problemas estéticos, diminuição das condições de habitabilidade e acarretam custos elevados associados a reparações recorrentes. Em

casos extremos, os sais podem comprometer a segurança estrutural das edificações. A degradação inicia geralmente à superfície dos elementos construtivos e, com o desaparecimento das camadas superficiais, progride depois para o interior. São, portanto, os materiais da superfície os que são inicialmente afetados pela ação, entendendo-se a necessidade de eliminar esse contato pelos sais. Daí a importância dos revestimentos na proteção ou impermeabilização das construções relativamente à esta ação.

A salinidade dos solos, fenômeno observado em grande escala no município de Petrolina, ocorre devido às condições climáticas desfavoráveis com alto grau de evaporação, baixa infiltração, ventos contínuos e baixa precipitação, situação comum em regiões áridas e semiáridas (Menezes, et al, 2006).



ENGENHARIA

Projeto Estrutural
Gerenciamento de Contrato
Gerenciamento de Obra
Regularização de Obra
Consultoria de Engenharia

VIGILÂNCIA SANITÁRIA

Prática de Manipulação de Alimentos
Manual de Boas Práticas e POPs
Responsabilidade Técnica
Consultoria Sanitária
Cadastramento SIM/SISP/SIF
Cadastramento no PAT
Fichas Técnicas

PERÍCIA

Perícia Judicial
Assistência Técnica
Insalubridade
Avaliação de Imóvel
Recebimento de Obra
Laudo de Vistoria
Laudo de Vizinhança
Patologias de Engenharia

ONDE ESTAMOS

Escritório 1
Petrolina-PE

Escritório 2
Recife-PE

Escritório 3
Resende-RJ

✉ contato@technicalconsult.net

📷 [@technicalconsult_](https://www.instagram.com/technicalconsult_)

☎ (81) 9 9993.7203

Conforme apresentado pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (2002), os teores elevados de sais minerais apresentam em maiores intensidades nas superfícies, às margens do rio. Este fenômeno se dá através do processo de absorção por capilaridade, mediante a presença de umidade.

Buscando analisar de forma comparativa a simulação das situações reais, levando em conta o tempo de exposição, o tipo de argamassa utilizada, o teor de sal solúvel existente no solo de simulação e a variação de umidade e temperatura. Assim teremos um melhor entendimento desta patologia nas edificações da região do Vale do São Francisco.

2. Materiais e Métodos

Foi desenvolvida uma revisão bibliográfica

sobre as pesquisas realizadas na região por Coelho (2009) e Ribeiro (2013). Este estudo teve base para fundamentação e desenvolvimento da pesquisa com a moldagem de corpos de prova. Assim, poder analisar as características das argamassas convencionais na região.

Segundo Coelho (2009), após a realização de ensaios e estudos referentes aos agregados miúdos para a região do Vale do São Francisco, para valores totais de sais, cloretos e sulfatos, caracteriza-se as jazidas de areia conforme a presença de contaminação. Toda caracterização comparada com as condições impostas pela NBR 7211/2009 – Agregados para concreto – Especificação. E, estudos feitos por Ribeiro (2013), após determinar o teor de cloreto existente na atmosfera.

TABELA 1

Percentual de sais solúveis nas areias

JAZIDA	% de SAIS SOLÚVEIS
Agrovila Massangano	0,106
Draga	0,126
Juremal	0,542
Pedra Linda	1,445
Serra da Batateira	2,019
Vaca Morta	0,187

Fonte: Coelho, 2009

TABELA 2

Porcentagem de cloretos nas areias contaminadas da cidade de Petrolina

JAZIDA	CLORETOS SOLÚVEIS (%)	VALOR ADMITIDO PELA NBR 7211
Agrovila Massangano	$3,42 \times 10^{-4}$	< 0,01% para concreto pretendido (pior situação)
Draga	$4,31 \times 10^{-4}$	
Juremal	$2,6 \times 10^{-4}$	

Pedra Linda	$6,42 \times 10^{-4}$	< 0,01% para concreto pretendido (pior situação)
Serra da Batateira	$6,37 \times 10^{-4}$	
Vaca Morta	$4,34 \times 10^{-4}$	

Fonte: Coelho, 2009

TABELA 3

Porcentagem de sulfatos nas areias contaminadas da cidade de Petrolina

JAZIDA	SULFATOS SOLÚVEIS (%)	VALOR ADMITIDO PELA NBR 721 I
Agrovia Massangano	0,0781	< 0,1%
Draga	0,0610	
Juremal	0,1946	
Pedra Linda	0,1548	
Serra da Batateira	0,8859	
Vaca Morta	0,0562	

Fonte: Coelho, 2009

TABELA 4

Classificação das areias contaminadas da cidade de Petrolina conforma a NBR 721 I/2009 e o IGS.

JAZIDA	% SULFATOS	
	NBR 721 I/2009	PELO IGS
Agrovia Massangano	OK	Médio
Draga	OK	Pequeno
Juremal	não conforme	Médio
Pedra Linda	não conforme	Médio
Serra da Batateira	não conforme	Alto
Vaca Morta	OK	Pequeno

Fonte: Coelho, 2009

TABELA 5

Teor de Cloretos na Atmosfera – Petrolina PE

LOCAL	TEOR MÁXIMO CLORETO (mg/m ² .d)
Raso da Catarina	41,29
Antônio Cassimiro	42,14
Jardim Amazonas	66,20
Dom Malan	53,24
Vila Eduardo	28,33

Fonte: Ribeiro, 2013

A configuração das edificações também influencia na movimentação dos sais pelo ar, fazendo com que esses sais alcancem as faces das fachadas, provocando assim as reações já mencionadas e deteriorando os revestimentos e tijolos argilosos.

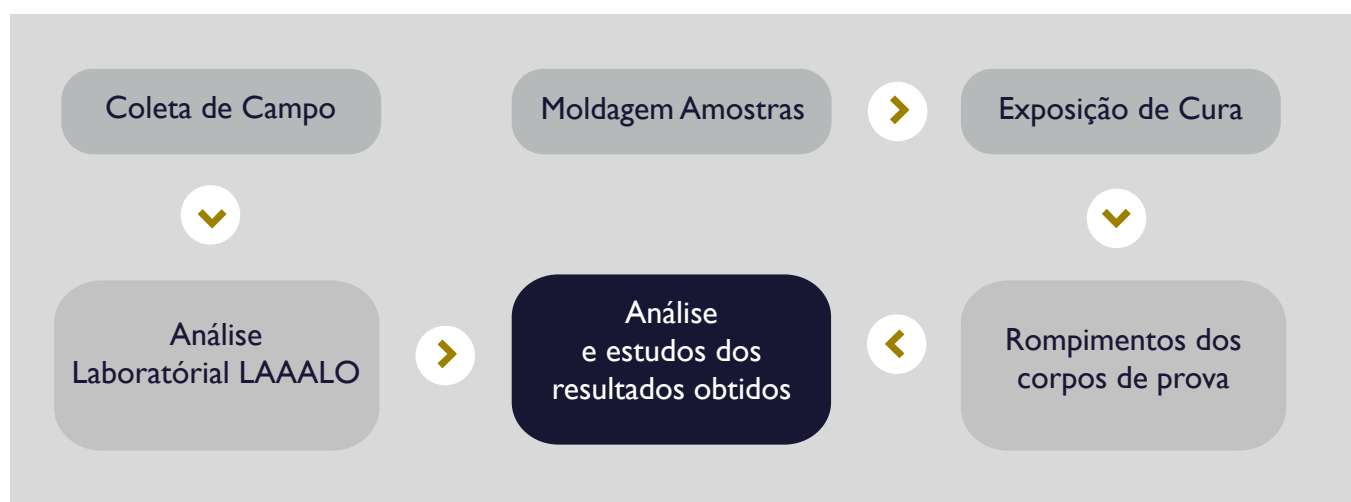
Considerando todos os dados expostos e, analisando diversas patologias existentes na região, foi desenvolvida uma tabela que relaciona os problemas de argamassa com os prováveis causadores dos fatos. Esta tabela serve de orientação para o desenvolvimento da pesquisa e poder determinar os rumos da pesquisa.

TABELA 6

Caracterização de falhas segundo critérios usuais

CAUSAS INTRÍNSECAS		
Falha Humana na Construção	Falha Humana na Utilização	Causas Naturais
Resistência inferior à especificada	Ausência de Manutenção/ Acompanhamento	Reações internas à argamassa
Solo com características diferentes		Expansibilidade de certos constituintes do cimento
Utilização de agregados reativos		Presença de cloretos
Utilização inadequada de aditivos		Presença de ácidos e sais
Dosagem inadequada de cimento		Presença de anidrido carbônico
Adensamento		Presença de água
Cura		Elevação da temperatura (interna e externa)

Desta forma, como orientação dos trabalhos, foram desenvolvidas coletas e análises e corpos de prova moldados para simulação e verificação dos resultados. Abaixo, segue planejamento e sequência das atividades desenvolvidas.



Após a realização de uma Vistoria Pericial em residência unifamiliar, situada na Rua do Jatobá, 935 – Casa II – Bairro Jatobá – Petrolina – PE, com menos de 01 (um) ano de utilização, foi verificada uma patologia existente na argamassa de revestimento. Conforme demonstrado nas **fotos 01 e 02 abaixo**, observou-se um grau elevado de

agressividade no material de revestimento, considerando locais distintos da alvenaria e etapas diferentes de agressividade, diminuindo a capacidade de durabilidade do material e do composto de revestimento, não conseguindo assim cumprir as exigências citadas pela NBR 15.575.



Foto 1: Amostra mais degradada



Foto 2: Amostra menos degradada

Podemos ver claramente a diferença visual na tonalidade das amostras colhidas, onde a com maior agressividade tem uma menor coloração cinzenta, mostrando claramente a diminuição da cristalização do Cimento Portland. Esta caracterização, quando em relação a sua textura, a amos-

tra da foto 01 demonstra um esfarelamento quando comparada à amostra da foto 02. Confirmando a perda de cristalização da argamassa de revestimento.

Com o objetivo de entender mais sobre o tempo de perda de resistência dessas argamassas e, tendo já desenvolvido o le-

vantamento dos agentes agressivos na Região, conforme já explicitado anteriormente, foram desenvolvidos corpos de prova e submetidos ao Ensaio de Compressão para elucidar em forma numérica essa patologia tão comum na Região do Médio São Francisco.

Para a elaboração dos corpos de prova foram utilizados traços rotineiros e corriqueiros na região, como costume dos operários da construção, cimento Portland CP II Z 32, impermeabilizante líquido (SIKA I), quando utilizado, e 2 tipos de areias, sendo uma composta por um agregado mais grosso (batateira) e a outra por um agregado mais fino (draga). As areias utilizadas no experimento foram antes passadas numa peneira média, 5mm. Sendo esses agregados já estudados quanto à sua salinidade, conforme mencionado anteriormente, e caracterizadas por (Coelho, 2009).

Foram considerados os agregados da seguinte forma:

- DS (Draga sem impermeabilizante)
- DC (Draga com impermeabilizante)
- SS (Serra sem impermeabilizante)
- SC (Serra com impermeabilizante)

Os corpos de prova foram expostos a situações reais e naturais, a fim de avaliar o comportamento do revestimento diante das agressividades naturais e, assemelhadas à situação de uso, variações de umidade, temperatura e exposição a areias identificadas como contaminadas por sais.

Foram produzidos com uma proporção de 01 (uma) unidade de cimento para 05 (cinco) unidades de areia (traço 1:5), sendo esse o traço comum utilizado na Região. Quando utilizado, o impermeabilizante foi adicionado à água de amassamento, com ajuda de uma proveta graduada 50ml, numa proporção de 2 Litros para cada 50kg de cimento. Foram fabricados um total de 320 corpos de prova, sendo 80 para cada tipo de

traço e exposição, acondicionados de acordo com o tipo de exposição. Devidamente espaçados para garantir o envolvimento do agregado miúdo.



U - Umidade do solo à base de massa (%)

Mu - massa do solo úmido (g)

Ms - massa de solo seco (g)

Foi elaborado um ensaio de consistência para argamassa segundo a (NBR 13276, 2005), onde foram obtidos os valores de 270mm para a areia da Draga e de 276mm para a areia da Serra. A homogeneização da mistura foi feita com argamassadeira mecânica:

- a) mistura de água com cimento durante 30s em velocidade baixa;
- b) adição da areia durante 30s em velocidade baixa;
- c) mistura da argamassa durante 30s em velocidade alta;
- d) descanso da massa durante 1,5min; mistura da argamassa durante 1min em velocidade alta.

Foram utilizados moldes metálicos com dimensões de 100mm de altura e 50mm de diâmetro, inicialmente limpos e lubrificados. A argamassa permaneceu no molde por um tempo de 24 horas, sendo após esse período já retirados dos moldes e transportados para as situações de exposição. O preenchimento dos moldes foi realizado de acordo com a NBR 5738.

Os ensaios foram realizados em uma máquina universal de ensaios de acionamento eletromecânico, “Máquina Universal de Ensaios, modelo DL 10.000” do fabricante EMIC. Os ensaios foram feitos no Laboratório de Ensaios de Materiais Mecânicos do Colegiado de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). A máquina tem capacidade de até 100 KN. As velocidades de ensaio podem ser configuradas numa faixa de 0,01 a 500 mm/min, utilizou-se a velocidade de 2mm/min para este trabalho. A máquina de ensaio é interligada a um microcomputador, e os dados são obtidos através do software “Tesc, versão 3.04”.

3. Resultados e Discussões

A resistência mecânica está relacionada com a capacidade das argamassas resisti-

rem a uma força aplicada podendo fornecer informações a respeito da rigidez do revestimento. Como já era previsto, em materiais frágeis, como é o caso da argamassa, a ruptura ocorreu nos planos de máximas tensões cortantes, normalmente a 45° do eixo de aplicação da carga, como mostra a foto 5.

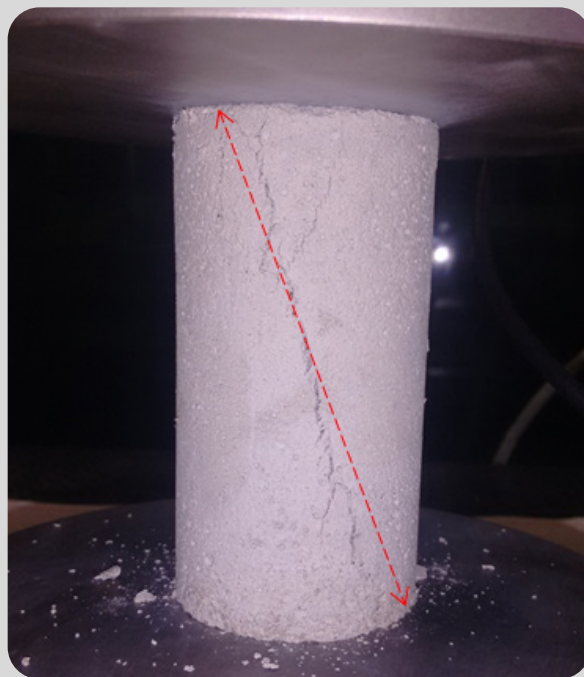


Foto 5: Corpo de prova rompido por ensaio de compressão.

Fonte: Autor

TABELA 7

Valores de resistência em MPa, para draga sem impermeabilizante e draga com impermeabilizante

Tempo de Exposição/ Dias	Areia Seca	Areia Úmida	Vala	Câmara úmida
	Resistencia (MPa)			
	Draga sem impermeabilizante			
15	8,71 ± 0,5	7,81 ± 0,5	8,39 ± 0,5	8,66 ± 0,5
30	10,97 ± 1,83	9,53 ± 1,03	9,12 ± 1,78	9,16 ± 0,95
60	11,31 ± 0,99	10,41 ± 0,49	9,28 ± 1,91	9,89 ± 0,73
90	10,53 ± 0,82	10,61 ± 0,45	9,49 ± 1,22	10,09 ± 0,57

	Draga com impermeabilizante			
15	$8,89 \pm 0,28$	$8,03 \pm 0,71$	$7,78 \pm 0,8$	$8,52 \pm 0,83$
30	$11,59 \pm 0,66$	$12,22 \pm 0,42$	$9,81 \pm 2,4$	$10,09 \pm 0,84$
60	$12,44 \pm 2,17$	$11,57 \pm 1,23$	$9,84 \pm 0,83$	$12,68 \pm 0,83$
90	$11,36 \pm 1,01$	$11,82 \pm 0,63$	$11,14 \pm 1,16$	$11,24 \pm 0,69$

Fonte: Autor

Observa-se que a adição do impermeabilizante demonstrou um ganho significativo quanto a resistência à compressão do corpo de prova.

Percebe-se ainda que segundo a tabela 7, o ganho na resistência ocorreu principalmente nos corpos de prova situados em exposições que proporcionavam altos índices de umidade (areia úmida e câmara úmida), para o agregado da Draga, com impermeabilizante.

Segundo o fabricante, os aditivos hidrófugos proporcionam a redução da permeabilidade e absorção capilar, através do preenchimento de vazios nos capilares na pasta de cimento hidratado, reduzindo a permeabilidade dos concretos e argamassas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Costa (2008), o qual avaliou o desempenho de argamassas em ensaios de compressão, flexão e de capilaridade, comparando o uso de impermeabilizantes hidrófugos em relação a argamassas não impermeáveis e argamassas pré-dosadas, destacando um melhor desempenho nos cor-

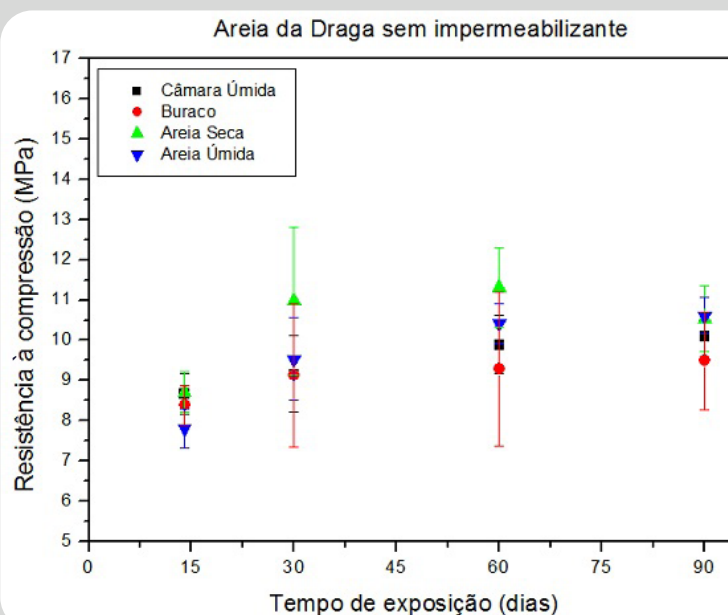
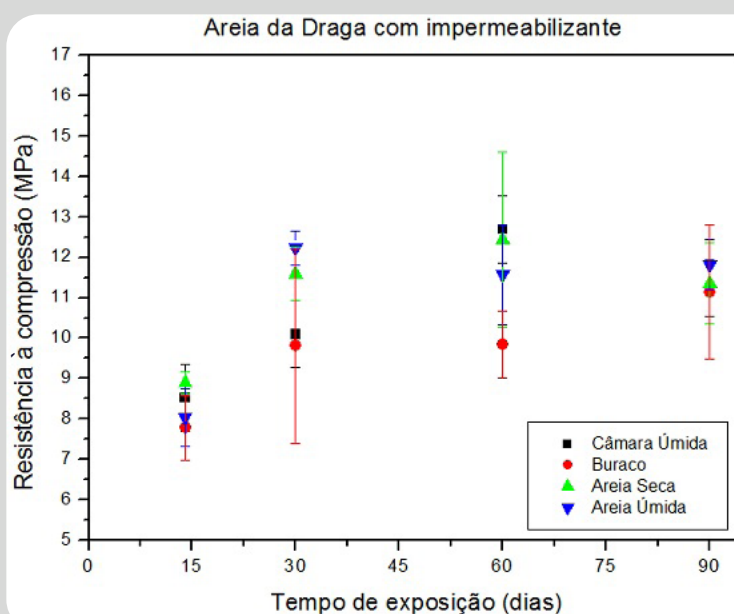


Figura 1: Resistência à compressão da areia da Draga com e sem impermeabilizante, respectivamente.

pos de prova impermeabilizados com o uso de aditivo hidrófugo.

Conforme Costa (2008), as argamassas hidrofugadas foram as que apresentaram menores valores de absorção de água, sendo por isso as mais indicadas para garantir uma boa impermeabilização e evitar o aparecimento de patologias.

Foram observados nos gráficos que há um acréscimo na resistência principalmente nos primeiros 30 dias. Segundo Thomaz (2009), prazos de secagem em torno de 20 a 28 dias em geral são suficientes, sendo então o tempo de 15 dias insuficiente para o ganho total na resistência à compressão desses corpos de prova.

TABELA 8

Valores de resistência em Mpa, Batateira com e sem impermeabilizante

Tempo de cura/Dias	Areia seca	Areia Úmida	Campus	Câmara úmida
	Resistencia (MPa)			
	Serra da Batateira sem impermeabilizante			
14	10,44 ± 0,82	10,05 ± 0,57	9,99±0,45	12,45 ± 0,61
30	11,78 ± 1,15	9,59 ± 1,03	11,27±0,56	11,71 ± 1,09
60	14,90 ± 2,08	12,97 ± 0,56	12,41±1,92	12,62 ± 1,31
90	13,61 ± 1,18	10,09 ± 0,57	11,49±0,75	12,50 ± 0,66
Serra da Batateira com impermeabilizante				
14	10,44 ± 1,1	10,77 ± 0,53	9,80 ± 0,5	11,90 ± 0,47
30	13,70 ± 1,53	12,23 ± 0,42	10,32±1,51	12,57 ± 1
60	12,88 ± 0,55	13,09 ± 1,05	12,06±0,69	11,56 ± 0,6
90	12,45 ± 1,1	12,90 ± 1,08	11,42±1,62	11,48 ± 0,8

Fonte: Autor

Nos ensaios realizados com a areia da Batateira, apenas a situação de exposição na areia úmida obteve algum ganho com a ação do impermeabilizante, isso já seria esperado uma vez que o impermeabilizante hidrófugo minimiza uma possível perda de resistência devido à umidade.

Apesar de não se observar ganhos na resistência, os valores nos ensaios de compressão para a areia da Batateira, considerada salina, foram superiores se comparados aos obtidos usando a areia da Draga.

Vale salientar que de acordo com Coelho (2009), os grãos do agregado da Batateira

tem dimensões maiores em relação ao da Draga, sendo estes visivelmente irregulares e ásperos, podendo essas características serem uma indicação para sua maior resistência.

O grão anguloso tem uma capacidade maior de aderir ao ligante, comparativamente ao agregado de grão arredondado. De qualquer forma, a superfície específica do grão angular é superior à do grão arredondado, o que obriga a junção de maior quantidade de água durante a amassadura da pasta, o que contribui de forma negativa para a sua resistência (Margalha, 2011).

Após perceber os piores resultados nessa situação de exposição, a areia do Campus UNIVASF Juazeiro/BA, fez-se necessário uma análise desse solo, para compará-lo com os demais utilizados. Os resultados obtidos nessa análise demonstraram características de um solo salino, como valores de pH menores que 8,5 e valores de Sódio e Potássio na ordem de 0,6mmol/L e 1,1mmol/L, respectivamente.

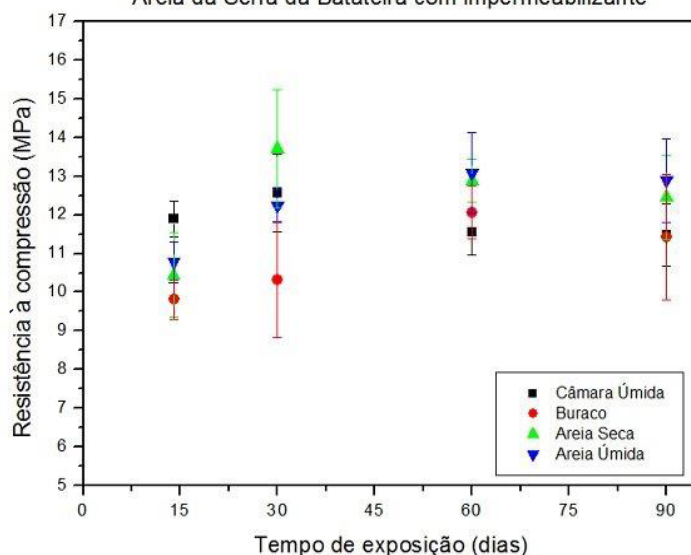
Essa análise também evidenciou a perda de salinidade na situação de exposição caixa úmida, pois essa sofreu um processo semelhante ao de “lavagem”, sendo adicionada a esta cerca de 10L de água por semana para manter sua umidade, esse procedimento fez com que os valores principalmente de Sódio e da Condutividade Elétrica da solução, devido à alteração na dissociação de substâncias iônicas, ficassem menores, se comparados aos obtidos na areia da caixa seca, atribuindo a isto o efeito dessa adição de água.

4. Conclusão

Como pudemos verificar os danos que podem ser causados pela presença de sais solúveis em revestimento, tal gravidade desses problemas dependem de muitos fatores. Alguns mencionados nesse trabalho, como natureza do sal, granulometria do agregado, formas de contaminação. Agregados à umidade do ar, variação térmica, atmosfera, etc.

Para a análise e futura solução para esta patologia é primordial que seja feito um bom diagnóstico das causas que estão

Areia da Serra da Batateira com impermeabilizante



Areia da Serra da Batateira Sem Impermeabilizante

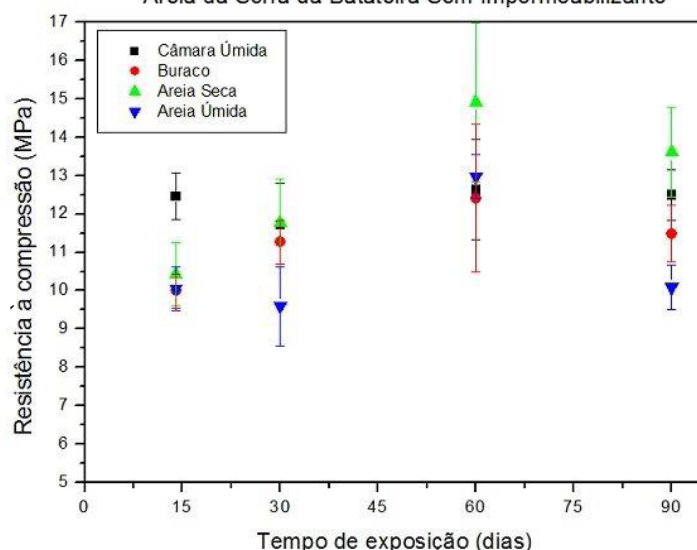


Figura 2: Resistência à compressão da areia da Serra com e sem impermeabilizante, respectivamente.

gerando os danos. Porém nem sempre será possível se obter uma solução definitiva, cabendo inicialmente a adoção de soluções paliativas para aumentar a vida útil do revestimento, tentando diminuir o custo com manutenção da edificação.

No entanto, para edificações sujeitas à presença de sais solúveis em seus materiais, o melhor caminho a ser adotado é a análise e verificação de seus materiais para evitar ou reduzir as possibilidades de se existirem as reações químicas que geram a ação das

pressões de cristalização, geradas pela presença de sais solúveis.

Parte dos ensaios mecânicos demonstraram ganho da capacidade de resistência à compressão nos primeiros dias de cura, como já era de se esperar. A relação **resistência X tempo** tiveram curvas semelhantes para todos os tratamentos e situações de exposições experimentadas. Os corpos de prova tiveram ganho de resistência mecânica ao longo dos primeiros 30 dias, e após esse período, houve pequenas quedas ou variação de resistência à compressão até os últimos ensaios, apresentando perda em todos os casos decorridos os 90 dias. Contudo, caracterizando a perda real de resistência à compressão após os 60 dias de aplicação do revestimento.

Podemos concluir que para as exposições escolhidas, a pior classificada foi a exposta a variações de umidade e temperatura natural, colocando essa variável com elevada importância para estudo de perda de resistência mecânica da argamassa, nessa exposição. O uso do impermeabilizante líquido na mistura foi também bastante significativo nas amostras em que houve adição no traço, uma vez que seus efeitos na areia da Draga do Rio São Francisco demonstraram melhores resultados. Porém, sem garantir a durabilidade quanto à manutenção da resistência ao longo da vida da argamassa.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Agregados para concreto** – NBR 7211, 2009
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova** – NBR 5738, 2015
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos** – NBR 13.276, 2016
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Desempenho de edificações habitacionais** – NBR 15.575, 2013
- COELHO, N. de Amorim. **Caracterização dos agregados miúdos encontrados no Vale do São Francisco**. Juazeiro, 2009
- COSTA, L. L.. **O uso de argamassas tradicionais e pré-doseadas para impermeabilização em revestimentos exteriores**. Dissertação de Mestrado. Vila Real, 2008.
- MARGALHA, G. - **Argamassas. Documento de apoio às aulas de Conservação Recuperação do Património**. Universidade de Évora, 2011.
- MENEZES, R. R., ET AL; **Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção; São Carlos, Laboratório de Síntese e Processamento de Materiais Cerâmicos** – LaSP, Universidade Federal de S. Carlos, 2006. 13 p.
- NAPPI, S. C. B. e LALENE, M. M.- **A Salinidade em Edifícios Antigos**. CINPAR. 2010
- NETTO, Carmo Gallo. **Química; da Teoria à Realidade**. São Paulo, Editora Scipione, 1995
- RIBEIRO, A. Gomes. **Ação de sais solúveis em alvenaria de tijolos cerâmicos no município de Petrolina – PE**. Dissertação. 2013
- THOMAZ E., **Centro de Tecnologia do Ambiente Construído. São José do Rio Preto (SP) Cura de argamassa**. Edição 152 - Novembro/2009. Disponível em: (<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/152/ipt-responde-cura-de-argamassa-287696-1.aspx>) acesso em 28 de setembro 2017.

Análise por microscopia em argamassa devido à ação de sais solúveis nos Municípios de Juazeiro BA / Petrolina PE

Alan Christie da Silva Dantas Dr.¹, Bruno Marinho Calado MSc.²

Resumo

A argamassa de revestimento é muito importante para a indústria da construção civil, possuindo funções que variam conforme a sua aplicação. Um dos materiais utilizados na produção da argamassa é o agregado, e sua principal função é conferir resistência e durabilidade. Tanto os efeitos físicos como os efeitos químicos podem influenciar de forma negativa na durabilidade de concretos e argamassas, causando o aparecimento de patologias graves. Na região do Vale do São Francisco as patologias nas estruturas das edificações tem sido um problema bastante comum. Estudos relacionados ao uso de aditivos, buscando melhorar algumas propriedades mecânicas das argamassas começam a se desenvolver, como é o caso dos impermeabilizantes. A função principal desses impermeabilizantes, é fornecer

à argamassa uma maior proteção às patologias nocivas. Neste sentido, esse trabalho teve como objetivo analisar as propriedades mecânicas de corpos de prova produzidos com dois tipos de agregados miúdos, após 180 dias em que estes foram submetidos a diferentes tipos de acondicionamento que favorecem o aparecimento de patologias devidas à ação de sais solúveis, analisando o desempenho no uso de impermeabilizantes. Após as análises constatou-se que o uso de impermeabilizantes propiciou um ganho de resistência apenas nos primeiros dias de exposição, sem inibir a formação de cristais característicos da etringita, que é um fator nocivo à argamassa.

Palavras-chaves: Construção Civil, Patologia de Materiais, Argamassa, Inspeção Predial, Sais Solúveis.

¹ORCID (0000-0002-2357-5427), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Coordenação de Engenharia Mecânica. E-mail: alancsd@gmail.com

²ORCID (0000-0003-3416-8314), Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Coordenação de Edificações, E-mail: bruno.calado@ifsertao-pe.edu.br

Mortar microscopy analysis due to the action of soluble salts in Juazeiro BA / Petrolina PE - Brazil

Abstract

The coating mortar is very important for the construction industry, having functions that vary according to its application. One of the materials used in the production of mortar is the aggregate, and its main function is to provide strength and durability. Both physical and chemical effects can influence negatively the durability of concrete and mortar, causing the appearance of serious pathologies. In the São Francisco Valley region, pathologies in building structures have been a very common problem. Studies related to the use of additives, seeking to improve some mechanical properties of mortars to develop, such as waterproofing. The main function of these waterproofing products is to provide the mortar with greater protection against harmful pathologies. In this sense, this work aimed to analyze the mechanical properties of specimens with two types of sands, after 180 days in which they were different types of packaging that favor the appearance of pathologies due to the action of soluble salts, analyzing the performance in the use of waterproofing. After the analysis, it was found that the use of waterproofing agents provided a resistance gain only in the first days of exposure, without inhibiting the formation of crystals characteristic of Etringite, which is a harmful factor in mortar.

Keywords: Civil Construction, Materials Pathology, Mortar, Building Inspection, Soluble Salts.

1. Introdução

A falta de conhecimento da composição química das argamassas e das consequências de alteração da sua composição por

agentes químicos deletérios (danosos ou agressivos) tem ocasionado muitos problemas no pós obra com o aparecimento de danos físicos e perda de propriedades relevantes que reduzem a vida útil da própria argamassa e do conjunto da edificação. A busca por soluções empíricas, muitas vezes orientadas por profissionais sem conhecimento técnico e tudo baseado em dados de experiências sem comprovação de êxito levam à recorrência dos danos com perda de recursos financeiros e risco à saúde.

Este quadro refere-se a muita aplicabilidade no município de Petrolina, situado no Sertão Pernambucano, às margens do Rio São Francisco, onde fica muito caracterizado pela construção em massa e sem controle, ocasionando o descolamento do revestimento ou seu esfarelamento superficial.

A falta de conhecimento dessa alteração da composição química da argamassa acarretam em soluções empíricas, muitas vezes orientada por profissionais sem conhecimento técnico e tudo baseado em dados de experiências sem comprovação de êxito e, sempre com a justificativa de que não se resolve e que a patologia irá ocorrer novamente. Tudo contraditório às exigências normativas.

Entendendo que as causas das contaminações em edificações podem ser diversas, tais como: **Cloreto de Sódio**; encontramos na água do mar ou resultante do intemperismo em produtos salgados armazenados nas construções e no solo, recorrente de rejeito de dessalinizadores ou ainda fósseis geológicos depositados em salinas. **Nitratos**; podem ser oriundos de fertilizantes orgânicos utilizados no solo ou excremento animais. **Sulfato de Sódio**; pode ser oriundo de solos fertilizados ou mesmo de produtos cerâmicos (Golçalves, 2007 apud Puim, 2010). **Sulfato de Magnésio**; pode ser oriundo de materiais ce-

râmicos (Golçalves, 2007 apud Puim, 2010). **Sais Carbonatos;** podem resultar da reação entre os álcalis do cimento Portland e o CO_2 do ar (Golçalves, 2007 apud Puim, 2010). **Gesso;** a sulfatação dos materiais carbonatados (pedras calcárias) a partir do dióxido de enxofre (SO_2) existente em atmosfera poluída. (Viler, 1997 apud Puim, 2010). **Nitrato de Cálcio;** com reações de diferentes óxidos existentes em atmosfera poluída e vapor de água, proporcionam formação de ácidos susceptíveis, e causará transformação de carbonato de cálcio em nitrato de cálcio (Ranalli, et al 2000 apud Puim, 2010).

Para que ocorram o depósito de sais minerais nos materiais utilizados na edificação é necessária a presença da água, que será utilizada como transporte desses sais. Sais solúveis em água e expostos a condições climáticas e ambientais desfavoráveis, proporcionarão a percolação e evaporação da água, deixando os sais solúveis de forma residuais na edificação.

Essa contextualização para o surgimento de danos às edificações causados pelo caminhamento dos sais solúveis toma maior gravidade pois após a cristalização dos sais, com a evaporação da água, surge uma força expansiva de maior gravidade, na qual danifica a estrutura cristalina da argamassa de revestimento, determinando assim a deterioração dos elementos que compõem a edificação.

Utilizando as amostras caracterizadas pela perda de resistência à compressão em relação ao tempo e modo de exposição, estas amostras foram analisadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), possibilitando a caracterização da composição da argamassa e o percentual existente de cada elemento.

Diante dessa verificação pôde ser observada a alteração final na composição da argamassa, demonstrando claramente a al-

teração química na mistura. Essa alteração pode justificar a perda de cristalização da massa referente à constituição do material, e consequentemente a perda de resistência. Além dessa verificação, observamos também a característica do surgimento de etringita na argamassa, fato que se comprova através do surgimento do “agulhamento” na cristalização dos materiais. O que justifica a expansão interna da massa e, seu esfarelamento.

Buscando analisar um melhor entendimento da patologia, encontramos fatos de muita relevância na composição final da amostra, podendo ser um marco inicial para um melhor diagnóstico para um problema que tanto incomoda os construtores e proprietários de imóveis na região.

2. Materiais e Métodos

O estudo das propriedades físicas, químicas e mineralógicas dos materiais objetivou analisar os parâmetros que pudessem influir no processo de formação e desenvolvimento de sais solúveis, bem como determinar as características relacionadas à variação do teor de sais existente nos agregados miúdos. Além disso, para a caracterização dos materiais utilizados nesta pesquisa, foram adotados métodos de ensaios normalizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), *American Society for Testing and Materials (ASTM)* e Norma Mercosul (NM).

Para o experimento, inicialmente, foram simuladas quatro (04) situações distintas para os corpos de prova, considerando as condições de exposição e variações térmicas e de temperatura.

Quanto às condições de exposição dos corpos de prova, seguem:

- Imerso em areia seca (sem umidade), imerso em areia úmida; areia da Jazida da Serra da Batateira com umidade de 20%;
- Imerso em vala natural (escavado), locali-

zado no próprio campus da UNIVASF Juazeiro-BA, a aproximadamente 200 metros da margem do rio São Francisco, sendo essa situação (Campus Juazeiro/BA) considerada uma situação aleatória e idealizada como situação corriqueira na região;

- Exposto em Câmara Úmida, com umidade relativa do ar por volta de 70%. Adequando a condições normativas.

O experimento consistiu em realizar uma microscopia eletrônica de varredura, em amostras pré-selecionadas, e descritas anteriormente, para desenvolver uma análise microestrutural da superfície dos corpos de prova além de uma análise química.

O microscópio eletrônico de varredura (MEV) é um aparelho que pode fornecer rapidamente informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de uma amostra sólida (Dedavid *et al.*, 2007). O princípio do MEV consiste em

utilizar um feixe de elétrons de pequeno diâmetro para explorar a superfície da amostra e transmitir o sinal do detector a uma tela. O sinal de imagem resulta da interação do feixe incidente com a superfície da amostra. O sinal recolhido pelo detector é utilizado para modular o brilho do monitor, permitindo a observação (Dedavid *et al.*, 2007).

Antes de serem submetidas ao MEV, as amostras foram colocadas em uma fita adesiva plástica de carbono dupla face e levadas para recobrimento em banho em forma de ouro em pó, utilizando a metalizadora Quorum Technologies Q150R.

Após o recobrimento com ouro, as amostras foram colocadas no porta amostra do microscópio para o início das análises. O MEV utilizado nesta pesquisa foi da marca TESCAN, modelo VEGA3, de propriedade da Universidade Federal do Vale do São Francisco.

3. Resultados e Discussões

3.1 MICOSCOPIA DE VARREDURA ELETRÔNICA (MEV)

Análises de microscopia eletrônica de varredura foram utilizadas para obter imagens que permitissem a visualização das características microestruturais dos corpos de prova, onde pudéssemos obter informações que justificassem a alteração na resistência à compressão. Para a determinação da quantidade de amostras utilizadas para análises, foram considerados os critérios que mais assemelharam a realidade local de obra, ao tipo de agregado utilizado com maior quantidade, como também ao tipo de exposição que pudesse ser comparada à situação real de campo.

Segundo Brunetaud (2005), a resistência à compressão pode ser comprometida pela formação de etringita, devido às expansões dos cristais. Sendo essa definição muito importante para o estudo, uma vez que a existência de etringita está relacionada ao

Excelência em serviços de
Avaliações, Perícias, Vistorias e
Consultoria de Engenharia Civil

SERVIÇOS

Engenharia Diagnóstica

Avaliação Patrimonial

Engenharia Legal

Consultoria

Entre em contato com a Planner Engenharia!

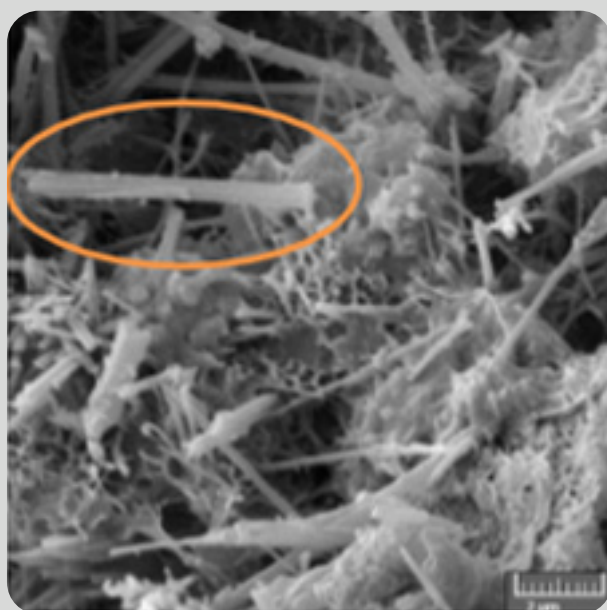
@plannerengenhariape @plannerengenhariape
+55 87 99108-9004 Site: plannereng.com.br/

processo de cura do material, e ainda relacionada à variação térmica e de umidade.

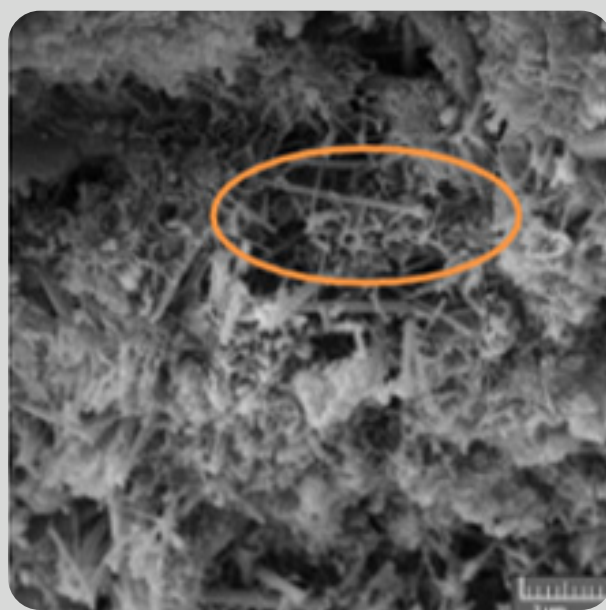
As amostras acondicionadas em vala escavada e em câmara úmida, considerando o período de exposição até 180 dias, as figuras 1c e 1d, respectivamente, não apresentaram formação de cristais agulhados. Diferente das figuras 1a e 1b. Este fato

pode estar relacionado a todo o processo de exposição da amostra, sem a ocorrência de grandes variações térmicas no início de sua cura, proporcionando à amostra uma maior possibilidade de vida útil e um processo de cura menos agressivo.

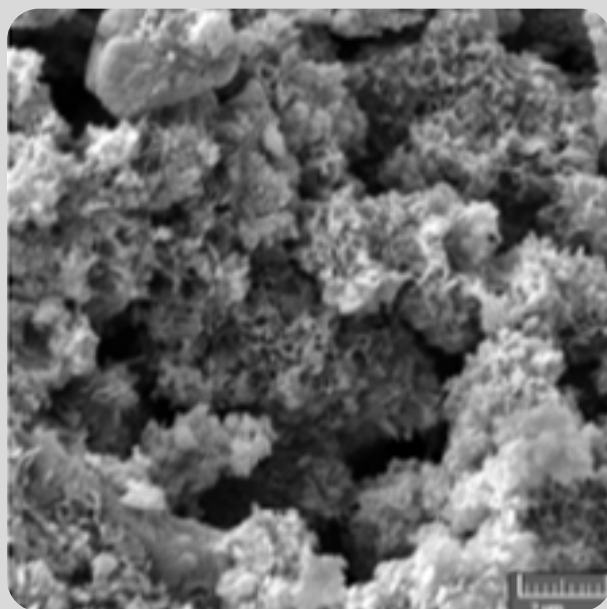
Essa presença de poros na superfície da amostra, figuras 1c e 1d, pode estar



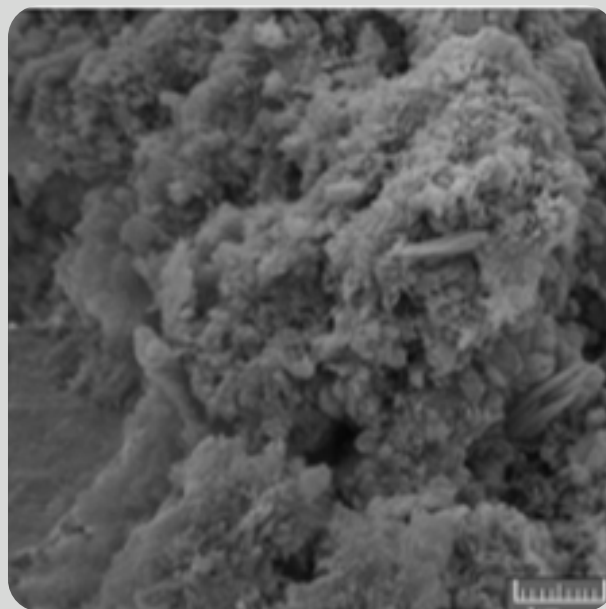
(A)



(B)



(C)



(D)

FIGURA 1

Superfícies de fratura dos corpos submetidos a diferentes tipos de acondicionamento:

a) Areia seca; b) Areia úmida; c) Vala; d) Câmara úmida

relacionada ao grau de exposição da amostra no processo de cura, estando em condições naturais e sujeita às intempéries existentes no solo natural.

Ryshkewitch (1953) desenvolveu uma expressão matemática (Equação 1) que descreve a relação entre a resistência mecânica e a quantidade de poros presentes nas estruturas dos corpos.

EQUAÇÃO 1

$$\sigma = \sigma_0 e^{-BP}$$

Onde:

σ : é a resistência do corpo poroso;

σ_0 : é a resistência do corpo não poroso do mesmo material;

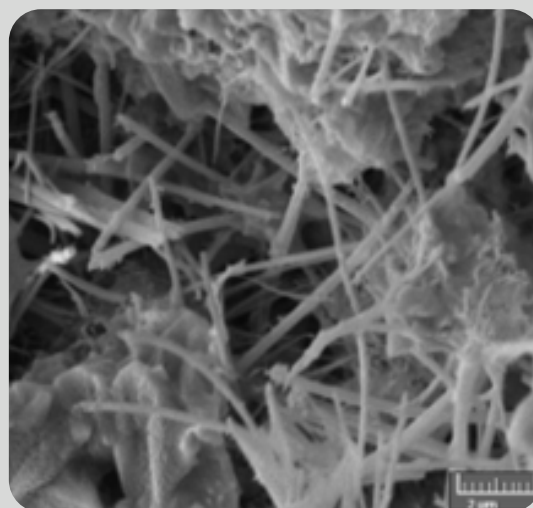
B : é uma constante que depende do tipo de material;

P : porosidade expressada por uma fração (0 a 100%).

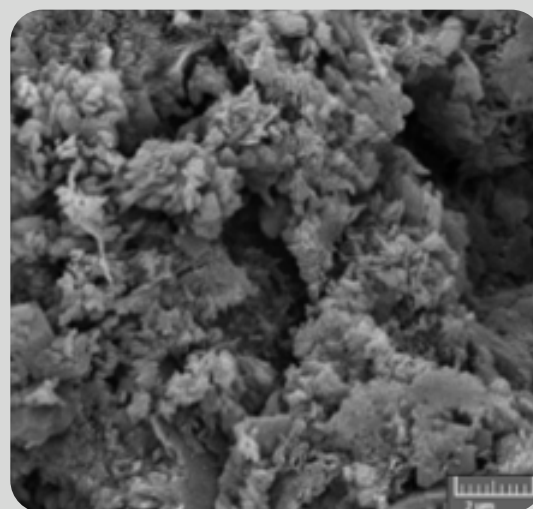
O aumento da quantidade de poros nos corpos está diretamente ligado à perda de resistência mecânica, pois se o corpo não for poroso ($P = 0$), a expressão matemática resulta em: $\sigma = \sigma_0$. Ou seja, o corpo não sofrerá perda de resistência. Quanto maior for a porosidade, maior será o P , e menor será σ .

Para as análises das superfícies de fratura dos corpos de prova com areia de maior teor de salinidade, foi utilizada apenas a situação de acondicionamento em câmara úmida, para criar referências para trabalhos futuros, pois, segundo Silva (2009), este procedimento segue as condições estabelecidas pela norma e dá origem aos valores de referência. Na figura 2 podem ser vistos os diferentes tipos de acondicionamento com as respectivas amostras.

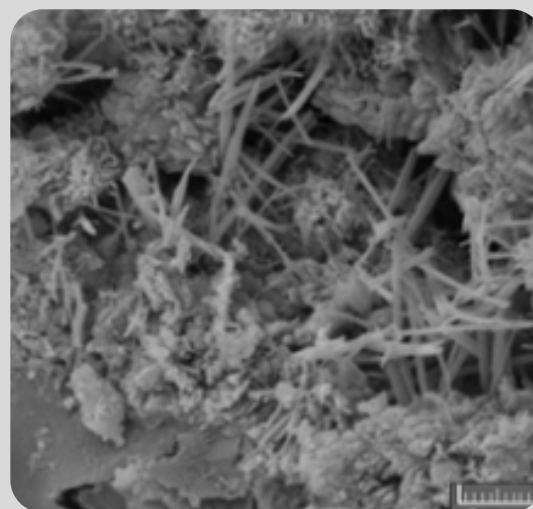
A superfície de fratura do corpo de prova, acondicionado em câmara úmida, é mostrada na Figura 3. Onde pode ser observada a formação de cristais aciculares. Essa amostra também apresentou perda de resistência à compressão após 180 dias de acondicionamento.



(A)



(B)



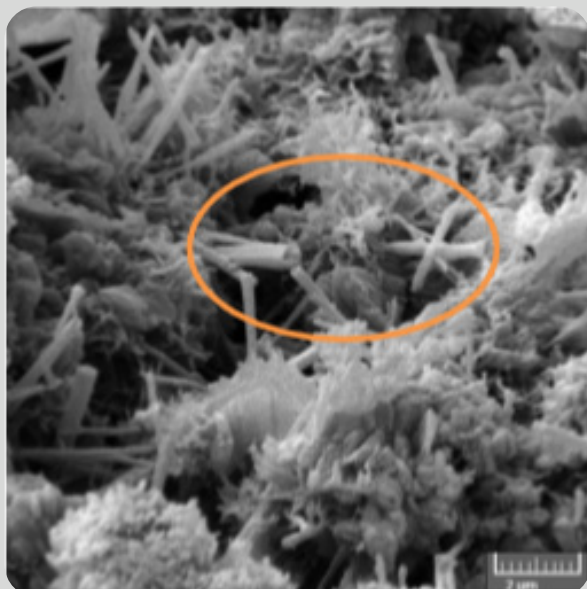
(C)

FIGURA 2

Superfícies de fratura dos corpos de prova submetidos a diferentes tipos de acondicionamento:

a) Areia úmida;

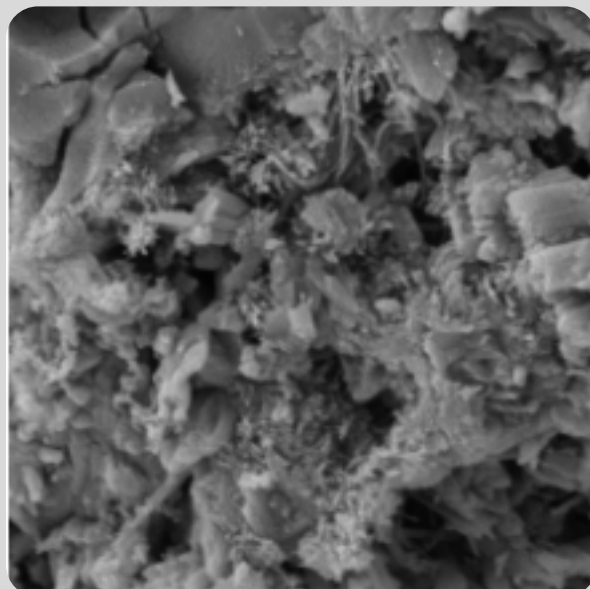
b) Vala; c) Câmara úmida

**FIGURA 3**

Superfície de fratura do corpo de prova acondicionado em câmara úmida.

A superfície de fratura do corpo de prova com a adição de impermeabilizante, acondicionado em câmara úmida, é mostrada na Figura 4, onde observou-se que a amostra não apresentou formação de cristais aciculares, e sim um aumento da porosidade caracterizado pelos vazios existentes. Esta amostra apresentou um leve ganho de resistência à compressão após 180 dias de acondicionamento. Com isso podemos dizer que, considerando o agregado com maior presença de sais e, consequentemente, demonstrando ter uma perda maior de resistência ao longo do tempo, o fato de ter a exposição em câmara úmida altera o comportamento da amostra ao longo do tempo, inibindo ação dos sais devido ao controle do processo de cura. Ainda de maior grau quando da adição de impermeabilizante. Ou seja, o controle do processo de cura interfere diretamente na qualidade e durabilidade final da amostra.

A partir dos resultados do MEV é possível perceber que a perda de resistência à compressão nos corpos de prova está di-

**FIGURA 4**

Superfície de fratura do corpo SC acondicionado em câmara úmida.

retamente ligada à formação de cristais aciculares característicos de etringita nas microestruturas das amostras analisadas, conforme demonstrado nas figuras 1 a 4, desenvolvidos pelo ataque de sulfatos. Sendo tal ação, possivelmente justificada, pela exposição à grande variação térmica e de umidade existente na região.

3.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

Com base em todos os dados obtidos durante a pesquisa, foi realizada a análise química das amostras que foram rompidas a 180 dias de exposição com o objetivo de entender melhor a formação de etringita e que tipo de alterações estariam ocorrendo. Foi feita uma análise química preliminar em 2 corpos de prova acondicionados em câmara úmida que apresentaram formação de cristais.

As caracterizações químicas das amostras encontram-se nas figuras 5 e 6, respectivamente.

De acordo com Bauer (1994), os componentes essenciais do cimento Portland são cal (CaO), sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3) e

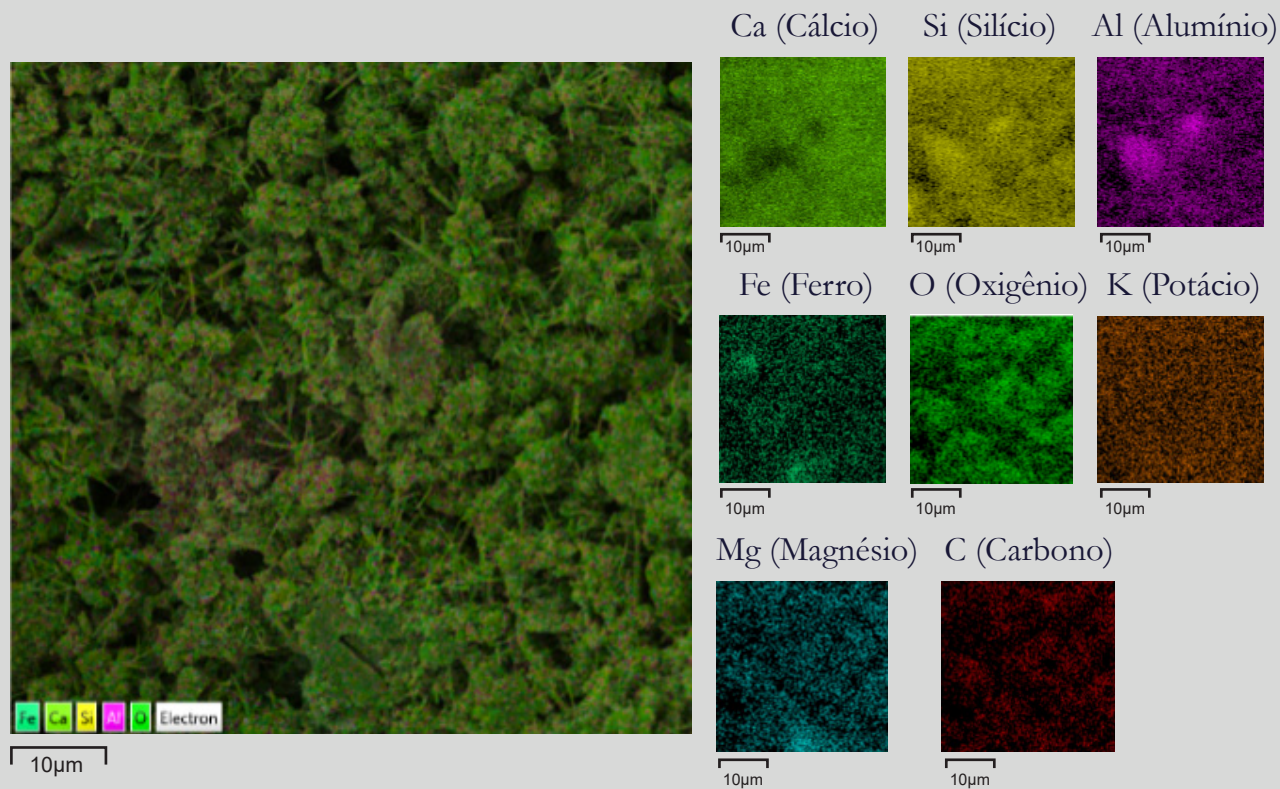


FIGURA 5

Caracterização química da amostra com impermeabilizante acondicionada em câmara úmida.

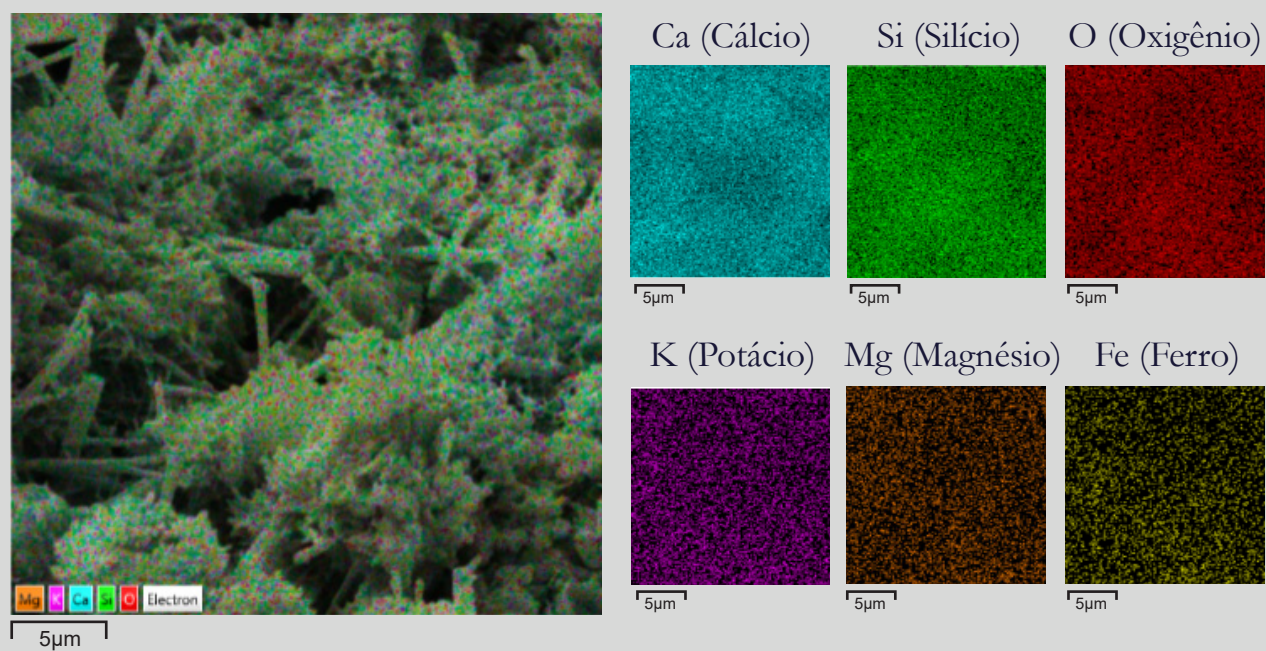


FIGURA 6

Caracterização química da amostra sem impermeabilizante acondicionada em câmara úmida.

óxido de ferro (Fe_2O_3), constituindo de 95 a 96% do total de óxidos. Outros componentes estão presentes em menores quantidades, como magnésia (MgO), anidro sulfúrico (SO_3), óxido de sódio (Na_2O), óxido de potássio (K_2O), óxido de titânio (TiO_2), entre outros.

Nas amostras foram encontrados os elementos químicos provenientes do cimento: silício (Si), cálcio (Ca), alumínio (Al), magnésio (Mg), ferro (Fe) e potássio (K).

Segundo Melo (2010), os elementos químicos constituintes da etringita são o cálcio (Ca), o alumínio (Al), o sulfato (SO_3) e a água (H_2O). Assim, para o entendimento da formação da etringita tardia, é importante conhecer a forma que esses elementos são apresentados para a reação.

De acordo com Taylor, Famy e Scrivener (2001), ao final da cura térmica, uma grande quantidade de Al_2O_3 e SO_3 está nos silicatos de cálcio hidratado (C-S-H), sendo que o alumínio é encontrado fortemente incorporado neste produto, substituindo a sílica e fixando-se nos espaços entre as suas ca-

madas. O alumínio poderá, também, estar combinado em fases aluminatos hidratados como hidrogranada (C_3AH_6). Por sua vez, os sulfatos podem estar presentes na solução do poro, no monossulfato ou adsorvido no C-S-H.

Quando o material é armazenado sob condições de temperatura ambiente e alta umidade, a maior parte do alumínio que entrou no C-S-H se mantém nesta fase, o que está presente na hidrogranada se encontra fortemente ligado. A disponibilização do alumínio para a reação poderá ocorrer a partir da hidratação contínua do clínquer, porém a sua concentração na superfície do poro é extremamente baixa. A maior fonte do Al_2O_3 é o monossulfato, o que torna mais provável que a etringita se forme a partir deste hidrato (Melo, 2010). Desta maneira, os principais reagentes para a formação da etringita tardia são C-S-H, solução do poro e monossulfato, sendo que cada um disponibiliza os íons mostrados na Tabela 1.

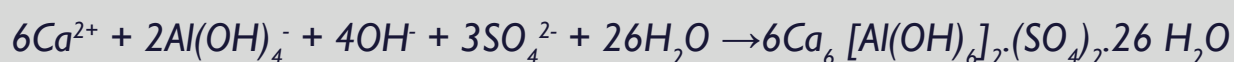
TABELA 1

Íons fornecidos pelos reagentes na formação da etringita tardia.

Reagentes	Íons Fornecidos
C-S-H	Ca^{2+} , SO_4^{2-} , OH^- , H_2O
Monossulfato	Ca^{2+} , SO_4^{2-} , OH^- , $\text{Al}(\text{OH})_4^-$, H_2O
Solução do poro	H_2O , SO_4^{2-}

A reação para formar a etringita pode ocorrer somente por dissolução-precipitação (Melo, 2010) e está mostrada na Equação 2.

EQUAÇÃO 2



A partir da análise das figuras 5 e 6, observou-se a presença de elementos químicos característicos da etringita, porém o fato desses elementos químicos também constituírem a composição química do cimento Portland dificultou a visualização da caracterização dos cristais formados, exigindo técnicas mais específicas para caracterização da formação da fase etringita.

Thaulow, Johansen e Jacobsen (1997) e, mais tarde, Johansen e Thaulow (1999) definiram a formação da etringita tardia como um tipo especial de ataque por sulfato interno, que envolve altas temperaturas de cura e cuja fonte de sulfatos é o próprio cimento. Quanto ao agregado ser uma fonte interna de sulfato, recentemente descobriu-se que não somente agregados contaminados por sulfatos, mas também os que contêm sulfetos em sua composição mineralógica são também fontes internas de sulfato, podendo causar um ataque interno, conforme constatado por Gomides (2009).

4. Conclusão

A partir dos resultados é possível afirmar que a perda de resistência à compressão nos corpos de prova está diretamente ligada à formação de cristais aciculares, característicos de etringita, nas microestruturas das amostras analisadas.

A situação de acondicionamento em areia seca foi a situação mais crítica, pois todos os corpos de prova submetidos a essa condição apresentaram perda de resistência à compressão.

Observa-se que o uso do impermeabilizante só propiciou um ganho significativo de resistência nos primeiros dias de exposição. Porém, não evitou o surgimento de cristais aciculares, que é um fator nocivo à argamassa.

Em termos práticos a composição da argamassa nas cidades de Juazeiro-BA e Petrolina-PE acarretará no surgimento de cristais, devido às condições dos agregados miúdos comercializados nessa região.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Argamassa para assentamento – Requisitos** – NBR 13281, 2001

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos** – NBR 13279, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos - Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2007.

BRUNETAUD, X. **Etude de l'influence de différents paramètres et de leurs interactions sur la cinétique et l'amplitude de la réaction sulfatique interne au béton**. 2005. 265f. Thèse de doctorat (Physico-Chimie des Matériaux), Ecole Centrale des Arts et Manufactures, Ecole Centrale Paris, France, 2005.

COELHO, N. A. **Caracterização dos agregados miúdos encontrados no Vale do São Francisco no polo Juazeiro/Petrolina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro, 2009.

DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. **Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras - materiais poliméricos, metálicos e semicondutores**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

GOMIDES, M. J. **Investigação de agregados contendo sulfetos e seus efeitos sobre a durabilidade do concreto**. 2009. 280 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MELO, S. K. **Estudo da formação da etringita tardia em concreto por calor de hidratação do cimento.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Construção Civil, UFG, Goiânia, 2010.

NBR, ABNT. “5738 - **Concreto-Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.**” Rio de Janeiro (2003).

NBR, ABNT. “NBR 13276: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos-Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.**” Rio de Janeiro (2005).

RYSHKEWITCH, E. **Compression strength of porous sintered alumina and zirconia.** J. Am. Ceram. Soc. 36 (2), 1953.

SILVA, B.A. **Análise da influência do tipo de cura na resistência à compressão**

de corpos-de-prova de concreto. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2009.

TAYLOR, H.F.W.; FAMY, C.; SCRIVENER, K.L. Delayed ettringite formation. **Cement and concrete research**, v. 31, p. 683-693, 2001.

THAULOW, N.; JOHANSEN V.; JAKOBSEN U.H. **What causes Delayed Ettringite Formation?** In: **Proceedings of the materials research society's.** In: SCRIVENER, K. L.; YOUNG, J.F (editors). *Mechanisms of chemical degradation of cement-based systems.* Boston, USA: E&FN SPON, 1997.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Editora Pini, 2007: IPT: PUSP, 1989.



INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E
PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO

ANOS



VALOR
ENGENHARIA

29 Anos

Lista de Associados do IBAPE-PE

Adriana Palmério Silva

Engenheira Civil, Pós-graduanda em Avaliações, Perícias, Engenharia Diagnóstica e Patologias das Construções
CREA 32.487 D/PE - Registro IBAPE-PE 481
E-mail: adrianapalmerio@yahoo.com.br
Telefone/celular: (81) 99974-3092

Adriano Lucena

Engenheiro Civil, Especialista em Projetos de Infraestrutura de Vias Urbanas
CREA 26.806 D/PE - Registro IBAPE-PE 425
E-mail: adriano@lucena.eng.br
Telefone/celular: (81) 3268-8897 / (81) 98211-3844

Afonso Machado De Farias Filho

Engenheiro civil, Engenheiro de Segurança, Engenheiro de Produção e Especialista em Avaliação
CREA 7.350 D/PE- Registro IBAPE-PE 079
E-mail: afonso@valorengenharia.eng.br
Telefone/celular: (81) 3245-6553 / (81) 99292-1090

Ailson Alves de Souza

Engenheiro Civil, Mestre em Tecnologia Ambiental, Pós-graduado em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia e Pós-graduado em Engenharia Diagnóstica, Patologia e Perícia na Construção Civil
CREA 181587129-6 - Registro IBAPE-PE 404
E-mail: ailsonbt@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 98862-0080

Alexandre Augusto Vieira de Moraes

Engenheiro Mecânico, Pós-Graduado em Engenharia de Tubulação, Pós-graduado em Gestão da Produção e Qualidade e Pós-graduando em Engenharia Automotiva
CREA 38.821 D/PE- Registro IBAPE-PE 420
E-mail: alexandre@periciaspe.com.br
Telefone/celular: (81) 3076-6518 / (81) 98415-7236

Aline Pereira Rodrigues

Arquiteta, MBA em Gerenciamento de Projetos
CAU A166044-6 - Registro IBAPE-PE 476
E-mail: aline-rodrigues@outlook.com
Telefone/celular: (81) 99924-1488

Almir Campos de Almeida Braga Filho

Engenheiro Civil e Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA 25.132 D/PE - Registro IBAPE-PE 457
E-mail: almirbfilho@yahoo.com.br
Telefone/celular: (81) 9 9167-8951

Aluisio Barbosa da Silva Filho

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia dos Transportes, Especialista em Perícias Judiciais e Avaliações e Especialista em Engenharia Diagnóstica
CREA 17.303 D/PE - Registro IBAPE-PE 383
E-mail: aluisiobfilho@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9952-3240

Amaury Henrique do Nascimento Neto

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Avaliação e Perícias de Engenharia
CREA 037325 D/PE - Registro IBAPE-PE 367
E-mail: eng.henriqueperito@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 8505-6875

Ana Rosemira P. Sampaio Cavalcanti

Engenheira Civil, Pós-graduada em Iluminação e Design de Interiores; Pós-graduanda em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia; MBA Projeto, Dimensionamento e Modelagem de Estruturas e Fundações; Pós-graduanda em Engenharia Segurança do Trabalho; Pós-graduanda em Patologia das Construções: Diagnósticos e Tratamentos.
CREA 024928 D/PE - Registro IBAPE-PE 396
E-mail: arosemira@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9233-9672

Anibal Moraes de Albuquerque Neto

Engenheiro Civil, Doutorando em Administração,
Mestre em Administração e Pós-graduado em Perícias e
Avaliações de Engenharia
CREA 1819039897 - Registro IBAPE-PE 440
E-mail: anibalmoraes@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 8693-1020

Bento Júnior dos Santos Pinto

Engenheiro Civil, Administrador de Empresas e Contabi-
lidade, Pós-graduado em Auditoria, Avaliações e Perícias
de Engenharia
CREA 053386 D/PE - Registro IBAPE-PE 406
E-mail: eng.bentojr@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 8844-1186

Bráulio Carmo Ribeiro Gonçalves

Engenheiro Civil, Engenheiro de Segurança do Trabalho
e Especialista em Engenharia Diagnóstica
CREA: 190059914-7 D/PE - Registro IBAPE-PE 452
E-mail: braulior77@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 8566-4248

Bruno Marinho Calado

Engenheiro Civil, Mestre em Ciência dos Materiais,
Especialista em Auditoria, Avaliações e Perícias de Enge-
nharia e Especialista em Estruturas
CREA 31.069 D/PE - Registro IBAPE-PE 384
E-mail: contato@technicalconsult.net
Telefone/celular: (87) 9 9978-8511

Carlos Augusto Teixeira Leite Filho

Engenheiro Civil
CREA 200594871-3 - Registro IBAPE-PE 429
E-mail: carlosleitefh@icloud.com
Telefone/celular: (81) 9 9126-5739

Carlos Sampaio de Alencar

Engenheiro Civil, Pós-Graduado em Perícias e Avalia-
ções em Engenharia, Pós-Graduado em Gerenciamento
de Projetos, Pós-Graduado em Administração de Em-
presas e Especialista em Tecnologia da Informação
CREA 13.613 D/PE - Registro IBAPE-PE 353
E-mail: carlosampa@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9314-0166

Carolina Pereira Vieira Herszon Meira

Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho, Pós-Gra-
duada em Engenharia Diagnóstica - Patologia e Perícias
na Construção Civil
CREA 33.777 D/PE - Registro IBAPE-PE 391
E-mail: carolv@uol.com.br
Telefone/celular: (81) 9 9904-0619

Charles Otaviano Ferreira da Silva

Engenheiro Civil e Engenheiro de Segurança do Trabalho (em
finalização)
CREA 1815807555 - Registro IBAPE-PE 423
E-mail: c.otaviano@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9971-1564

Cláudio Barreto Coutinho Bezerra de Menezes

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Gestão de
Projetos de Engenharia e Arquitetura
CREA-RN 180207133-4 - Registro IBAPE-PE 520
E-mail: claudiobcbm@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9253-4748/(81) 9 8793-5114

Clovis Correa de Albuquerque Segundo

Engenheiro Eletricista, Mestre em Tecnologias Elétricas e Nucle-
ares, Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho e
Especialista em Telecom
CREA-PE 181317021-5 - Registro IBAPE-PE 520
E-mail: clovissegundo@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9253-4748/(81) 9 8793-5114

Diogo Correia de Souza

Engenheiro Civil, Administrador e MBA em Projeto,
Execução e Desempenho de Estruturas e Fundações
CREA 021624387-4 - Registro IBAPE-PE 433
E-mail: diogo.correia@yahoo.com.br
Telefone/celular: (82) 9 9645-9651/(82) 9 9308-5816

Edgo Jackson Pinto Santiago

Engenheiro Agrônomo, Licenciado em Matemática,
Doutorando em Biometria e Estatística Aplicada,
Mestre em Agronomia: Horticultura Irrigada
e Especialista em Matemática Financeira e Estatística
CREA 86.728 D/PE - Registro IBAPE-PE 505
E-mail: edgoj@hotmail.com e edgojps@gmail.com
Telefone/celular: (87) 9 8836-6615/(87) 9 8813-9514

Eduardo Elisio de Vasconcelos Dizeu

Engenheiro Civil e Advogado
CREA 25.841 D/PE - Registro IBAPE-PE 351
E-mail: eduardodizeu@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9688-7777

Eduardo Luiz de Lira

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia Diagnóstica
e MBA em Plataforma BIM
CREA 019392 D/PE - Registro IBAPE-PE 405
E-mail: edullira@neoenger.com
Telefone/celular: (81) 9 8522-6942

Eli Andrade da Silva

Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho
CREA 9.748 D/PE - Registro IBAPE-PE 325
E-mail: elianrade@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9962-4242

Emanoel de Souza Lima

Engenheiro Civil

CREA 1819466132/PE - Registro IBAPE-PE 525

E-mail: emanoel_1997@hotmail.com

Telefone/celular: (87) 9 9961-8057

Everdelina Roberta Araújo de Meneses

Engenheira Civil, Administradora de Empresas, Especialista em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia e Especialista em Geografia com Concentração em Educação Ambiental

CREA 1803168005 - Registro IBAPE-PE 427

E-mail: erameneses@gmail.com

Telefone/celular: (87) 9 9936-1383

Fernando Barros Noé da Costa

Engenheiro Civil e Gestor Ambiental, Especialista em Perícias e Avaliações, Especialista em Georrefereciamento de Imóveis Rurais e Técnico em Mecânica

CREA 24.971 D/PE - Registro IBAPE-PE 416

E-mail: tigrengharia@outlook.com

Telefone/celular: (81) 9 8361-3662

Flávio Rubem Accioly Campos Filho

Engenheiro Civil

CREA 10.417 D/PE - Registro IBAPE-PE 397

E-mail: firmengenharia@hotmail.com

Telefone/celular: (81) 9 8765-1650

Florencio Absalão da Silva Filho

Engenheiro Eletricista, Mestre em Administração de Operações, Pós-graduado em Gestão da Qualidade e da Produtividade, Certificado como PMP-PMI e Certificado como Scrum Master (CSM)

CREA 14.322 D/PE - Registro IBAPE-PE 386

E-mail: florencio.absalao@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 8833-7068

Frederico Brennand

Engenheiro Civil, Engenheiro de Segurança do Trabalho, Mestre em Engenharia Civil, Especialista em Acústica, Especialista em Gestão e Controle Ambiental e Designer de Interiores (finalizando)

CREA 180064555-4/PE - Registro IBAPE-PE 514

E-mail: fredbrennand@hotmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9252-3883

Gaston Neuenschwander Neto

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Gerenciamento de Contrato com Ênfase em Meio Ambiente

CREA 6.378 D/PE - Registro IBAPE-PE 407

E-mail: gastonneto@gmail.com

Telefone/celular: (81) 3342-2468/(81) 9 9166-9988

Gibson Ferreira de Queiroz

Engenheiro Civil, Especialista em Inspeção, Recuperação e Manutenção de Estruturas e Revestimentos

CREA 13.343 D/PE - Registro IBAPE-PE 518

E-mail: gibson.perito@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 8827-4721

Giovani Galvão dos Santos Ribeiro

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil e Pós-graduado em Engenharia de Avaliações

CREA 26.379 D/PE - Registro IBAPE-PE 373

E-mail: giovaniribeiro.eng@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 8574-7400

Gustavo Reis de Farias

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Avaliação, Perícia e Auditoria

CREA 52.558 D/PE - Registro IBAPE-PE 390

E-mail: gustavo@valorengharia.eng.br

Telefone/celular: (81) 9 9252-9833

Henrique Diniz Santos Silva

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia de Produção e Especialista em Segurança do Trabalho

CREA 020073203-0 - Registro IBAPE-PE 378

E-mail: h.diniz@outlook.com

Telefone/celular: (81) 9 9476-4004

Hugo Duarte Vilar

Engenheiro Civil, Especialista em Segurança do Trabalho, Especialista em Engenharia Econômica e Avaliações, Especialista em Gestão da Qualidade e Produtividade, Especialista em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia, MBA de Gerenciamento de Obras e Tecnologias da Construção (em andamento) e Auditor Líder ISO 9001

CREA 26.607 D/PE - Registro IBAPE-PE 389

E-mail: hugo.vilar@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9147-3605/(81) 9 9275-9111

Isaac Sérgio Araújo de Brito

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia Diagnóstica

CREA 1817888480 - Registro IBAPE-PE 409

E-mail: oisaac.brito@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9724-6539

Jackson José dos Santos

Engenheiro Civil, MBA em Gestão e Tecnologia da Construção de Edifícios, MBA em Gestão de Projetos, MBA em Dimensionamento de Estruturas e Fundações, MBA em Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção e MBA Master em BIM

CREA 47.210 D/PE - Registro IBAPE-PE 434

E-mail: jacksonjosesantos@hotmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9802-7326

Jarbas Morant Vieira

Engenheiro Eletricista, Conselheiro do CREA-PE da Câmara Especializada de Engenharia Elétrica

CREA 020475 D/PE - Registro IBAPE-PE 387

E-mail: jbsmorant@hotmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9928-4433

João Paulo Albuquerque

Engenheiro Civil

CREA 26.870 D/PE - Registro IBAPE-PE 334

E-mail: joaopaulo@e-axial.com.br

Telefone/celular: (81) 9 9994-0999

Jorge Wanderley Souto Ferreira

Engenheiro Civil e Advogado

CREA 033968 D/PE - Registro IBAPE-PE 375

E-mail: jorgewsf@hotmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9904-2961

José Alfredo Soares Miranda

Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Segurança do Trabalho e Mestre em Tecnologias Energéticas e Nucleares

CREA 2002181837 - Registro IBAPE-PE 521

E-mail: contato@jasmiranda.com.br

jas.miranda60@gmail.com

Telefone/celular: (81) 3037-0755/(81) 9 9208-1824

José Murilo Moura dos Reis

Engenheiro Civil, Mestre em Saneamento Ambiental e Processos Construtivos, Pós-Graduado em Engenharia de Avaliações e Perícias, Pós-Graduado em Engenharia Ambiental, Pós-graduado em Engenharia de Produção e Pós-Graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho

CREA 7021 D/MA - Registro IBAPE-PE 468

E-mail: eng.jmuriloreis@gmail.com

Telefone/celular: (98) 9 8806-0809

Jose Nilson Moraes do Nascimento

Engenheiro Civil

CREA 6443 D/PE - Registro IBAPE-PE 507

E-mail: josenilson_moraes@hotmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9543-5593

José Willams da Silva Oliveira

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Engenharia Diagnóstica

CREA 31.296 D/PE - Registro IBAPE-PE 412

E-mail: contato.construtorafonte@gmail.com

jw0378@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9922-1978

Juliana Autran Rufilo Tavares Pereira

Engenheira Civil, Pós-graduada em Administração Financeira e Qualidade

CREA: 028411 D/PE - Registro IBAPE-PE 515

E-mail: juaautran@icloud.com

Telefone/celular: (81) 9 9267-9148

Júlio César Garcia Galindo Lira Barros

Engenheiro Civil, Especialista em Gestão e Tecnologia da Construção, MBA em Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção e Pós-graduando em Avaliações, Perícias, Engenharia Diagnóstica e Patologia das Construções

CREA 31.087 D/PE - Registro IBAPE-PE 494

E-mail: julio@cbeng.com.br

Telefone/celular: (81) 9 9668-8877.

Karla Patrícia Correia dos Santos Barros

Engenheira Agrônoma

CREA: 181900764-2 - Registro IBAPE-PE 495

E-mail: patricia@cbeng.com.br

Telefone/celular: (81) 9 9631-6995.

Kézia Grace da Silva Cruz

Engenheira Civil, Especialista em Engenharia Diagnóstica e MBA em Engenharia de Custos

CREA 035202 D/PE - Registro IBAPE-PE 398

E-mail: keziacruz.eng@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9670-0651

Leonardo Coimbra da Silva Raposo

Engenheiro Civil, Especialista em Estatística Aplicada

CREA 35.074 D/PE - Registro IBAPE-PE 448

E-mail: leonardo.planner@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9219-9249

Leonardo Silva Barboza dos Santos

Engenheiro Civil e Engenheiro de Segurança do Trabalho

CREA 036633 D/PE - Registro IBAPE-PE 424

E-mail: leonardo@lbsolucoesenservicos.com.br

Telefone/celular: (81) 9 9189-3835

Liliane Barros Marques de Albuquerque Maranhão

Engenheira Civil, Pós-graduada em Manutenção, Pós-graduada em Engenharia Diagnóstica e MBA em Gestão Empresarial

CREA 31.262 D/PE - Registro IBAPE-PE 426

E-mail: vistenge@vistenge.com.br e lilianemaranhao@constru-senge.com.br

Telefone/celular: (81) 9 9961-6111

Luciano César Szpak Furtado

Engenheiro Mecânico, Especialista em Engenharia Diagnóstica, MBA em Petróleo e Gás e MBA em Gestão de Projetos

CREA: 14.344 D/PE - Registro IBAPE-PE 403

E-mail: luciano.szpak@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 8851-8473

Luiz Carlos dos Santos Borges

Engenheiro Civil, Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação e Especialista em Engenharia de Avaliação

CREA 15.651 D/PE - Registro IBAPE-PE 428

E-mail: borgesluiz61@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9143-3958

Luiz Fernando Bernhoeft

Engenheiro Civil, Mestre em Construção Civil

CREA 37.285 D/PE - Registro IBAPE-PE 368

E-mail: luizfernando@petrusengenharia.com.br

Telefone/celular: (81) 9 9212-4976

Lutemberg de Araújo Florencio

Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia de Construção Civil, Mestre em Estatística, Especialista em Avaliações e Perícias de Engenharia e Técnico em Edificações

CREA 34.923 D/PE - Registro IBAPE-PE 395

E-mail: lutembergflorencio@yahoo.com.br

Telefone/celular: (81) 9 8886-1406

Marcello Rodrigo Cavalcante da Silva

Engenheiro Civil, Engenheiro de Segurança do Trabalho, Especialista em Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade das Construções, Especialista em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia e Especialista em Engenharia Diagnóstica

CREA 048486 D/PE - Registro IBAPE-PE 393

E-mail: marcellorod@hotmail.com

Celular (81) 9 9977-8536

Marcelo Luís Szpak Furtado

Engenheiro Civil

CREA 12.845 D/PE - Registro IBAPE-PE 402

E-mail: marceloszpak@hotmail.com

Celular (81) 9 8738-0786

Marcos Antunios de Carvalho Dias

Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Mecânica, Pós-graduado em Qualidade e Produtividade e MBA em Gestão Estratégica de Negócios e Técnico em Transações Imobiliárias

CREA 5958 D/PE - Registro IBAPE-PE 482

E-mail: antunios@gmail.com/antunios@creci.org.br

Telefone/celular: (81) 3204-7763/(81) 9 8112-5949

Marcus Pinheiro

Engenheiro Civil

CREA 1999106548 - Registro IBAPE-PE 442

E-mail: contato@emeconcreto.com.br

Telefone/celular: (21) 9 9472-1398

Marcus Vinícius Caldeira Antunes

Engenheiro Civil, Pós-graduando em Avaliações e Perícias

CREA 12.346 D/RS - Registro IBAPE-PE 479

E-mail: 1253marvincanes@gmail.com

Celular (87) 9 9992-1455

Nilson Oliveira de Almeida

Engenheiro Civil, Engenheiro Mecânico e Engenheiro de Segurança do Trabalho

CREA 12.223 D/PE - Registro IBAPE-PE 417

E-mail: nilsonprata2016@gmail.com

Celular: (81) 9 9610-8102

Omero Sergio Rodrigues

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Engenharia Diagnóstica

CREA 054573 D/PE - Registro IBAPE-PE 392

E-mail: omerosergio@yahoo.com.br

Celular: (81) 9 9953-5018

Pablo Magalhães de Oliveira

Engenheiro Civil e Engenheiro de Segurança do Trabalho

CREA 055032 D/PE - Registro IBAPE-PE 400

E-mail: pablomagalhaes_@hotmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9807-5243

Paulo Henrique de Souza Leitão

Engenheiro Civil, Especialista em Gestão da Qualidade, MBA em Gestão Empresarial e Certificação PMP

CREA: 24.179 D/PE - Registro IBAPE-PE 394

E-mail: pauloleitao@engeconsulte.com

Telefone/celular: (81) 9 9606-1153

Priscilla Ferreira Martinelli

Engenheira Agrônoma, Especialista em Engenharia Econômica e de Avaliações

CREA 19.559 D/PE - Registro IBAPE-PE 358

E-mail: priscilla2fm@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 8877-5805

Prosperino Sarubbi Neto

Engenheiro Civil, Especialista em Avaliações e Perícias de Engenharia

CREA 180.577.475-1 - Registro IBAPE-PE 253

E-mail: prosperinosarubbi@gmail.com

Telefone/celular: (81) 9 9607-0007

Reinaldo José Dutra de Moraes Júnior

Engenheiro Civil, Especialista em Energias Renováveis
CREA 181365857-9 - Registro IBAPE-PE 413
E-mail: engreinaldodutra@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9508-9800

Roberto Correia de Assis

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia de Avaliação
CREA 24.158 D/PE - Registro IBAPE-PE 506
E-mail: emprava@uol.com.br
Telefone/celular: (81) 9 9962-2399

Rômulo Bezerra da Cunha

Engenheiro Civil, Pós-Graduado em Engenharia Diagnóstica
CREA 32.551 D/PE - Registro IBAPE-PE 421
E-mail: romuloengacad@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 8801-8917

Sérgio Renato Holanda Mariano

Engenheiro Civil e Engenheiro Agrônomo
CREA 20.837 D/PE - Registro IBAPE-PE 431
E-mail: srhm02@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9606-9947

Sylvio Romero Gouveia Cavalcanti

Engenheiro Civil
CREA: 5.109 D/PE - Registro IBAPE-PE 116
E-mail: srgcavalcanti@hotmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9252-8025

Sylvio Romero Gouveia Cavalcanti Junior

Engenheiro Civil
CREA: 1802910530 - Registro IBAPE-PE 333
E-mail: scavalcantijr@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9111-8980

Tácito Quadros Maia

Engenheiro Civil, Bacharel em Direito, Mestre em Engenharia Civil e Especialista em Saneamento
CREA 89103761-7 D/RJ
Registro IBAPE-BA 136 e IBAPE-PE 381
E-mail: tqm.eng@gmail.com
Telefone/Celular: (81) 9 9167-1758

Tiago Toscano Gomes

Engenheiro Civil
CREA: 1819626849 PE - Registro IBAPE-PE 528
E-mail: tiagoteng@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 8311-7940

Tomás de Albuquerque Borges

Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Diagnóstica, Patologia e Perícias na Construção Civil
CREA 29.214 D/PE - Registro IBAPE-PE 414
E-mail: tomasb74@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9242-8180

Ubirajara Alexandre Rezende

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Avaliações e Perícias de Engenharia
CREA 17.697 D/PE - Registro IBAPE-PE 490
E-mail: uarezende@gmail.com
Telefone/celular: (87) 9 8833-1333

Vinicius de Menezes Pereira

Engenheiro Civil, Administrador de Empresas, Pós-graduado em Engenharia Diagnóstica, Pós-graduando em Gerenciamento de Obras, Produtividade e Tecnologia da Construção
CREA 181800735-5 - Registro IBAPE-PE 422
e-mail: viniciuscreci7750@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9661-3045

Waldson Marcelo dos Santos Silva

Engenheiro Civil, Engenheiro de Segurança do Trabalho, Licenciado em Física e Doutor em Física
CREA 271666758-6 - Registro IBAPE-PE 480
E-mail: waldsonmarceloss@yahoo.com.br
waldsonmss@hotmail.com
Telefone/celular: (79) 9 9154-9723

Wanessa Souza de Lima

Engenheira Civil, Mestranda em Engenharia Civil, Especialista em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia e Especialista em Engenharia Diagnóstica
CREA: 1816135577PE - Registro IBAPE-PE 418
E-mail: wanessasouzadelima@gmail.com
Telefone/celular: (81) 9 9653-1554

Wellington de Oliveira Martins

Engenheiro Civil, Especialista em Patologias das Construções, Especialista em Perícias e Avaliações e Técnico em Saneamento Básico
CREA 23.224 D/PE - Registro IBAPE-PE 380
E-mail: wellington@womengenharia.com.br
Site: www.womengenharia.com.br
Telefone/celular: (81) 9 9732-3217

Mais informações sobre os associados podem ser obtidas no nosso site:

WWW.IBAPE-PE.COM.BR