

Termografia: Aplicação na Engenharia Civil e Perspectivas de Norma ABNT Específica

Apresentação XXI COBREAP

Attílio B. Veratti – Eduardo Cabaleiro – Edson Nivaldo da Silva



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



A Tecnologia de Termografia Infravermelha

Lançada no mercado civil em 1965, a tecnologia dos sistemas infravermelhos evoluiu apreciavelmente ao longo dos anos, com substancial queda de preços.



REALIZAÇÃO

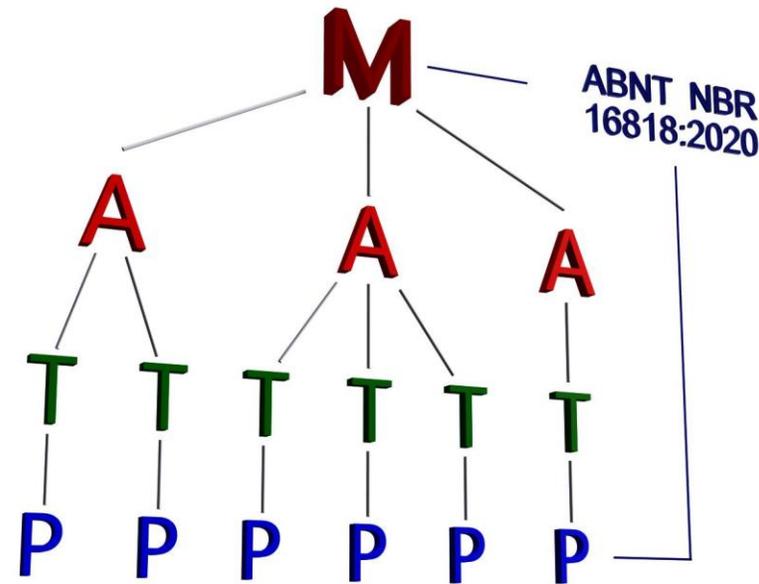


PATROCÍNIO



Definições Básicas

- a Termografia Infravermelha é um **Método** (aplicação de um princípio físico, assim como Ultrassom, Radiografia...)
- que é utilizado em um vasto campo de **Aplicações** (elétrica, mecânica, térmica, civil, pesquisa, biociências...)
 - através de **Técnicas** (ativas ou passivas, com critérios qualitativos ou quantitativos)
 - descritas por **Procedimentos** (norma ABNT NBR 16818-2020).



ICON Termonautas

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Definição do Método da Termografia Infravermelha (MTI)

A Termografia Infravermelha pode ser definida como o método que possibilita a medição, sem contato, de temperaturas e a formação de imagens térmicas (termogramas) de um componente, equipamento ou processo, a partir da radiação infravermelha, naturalmente emitida pelos corpos, em função de sua temperatura.

(Abendi PR-134)

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Principais Aplicações da Termografia Infravermelha na Área de Edificações

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Diferenciação de Elementos Estruturais – Capacidade Térmica Volumétrica

Visualização de elementos estruturais – Capela de São Sebastião das Águas Claras -

Século XVIII - Nova Lima - Minas Gerais - Brasil.

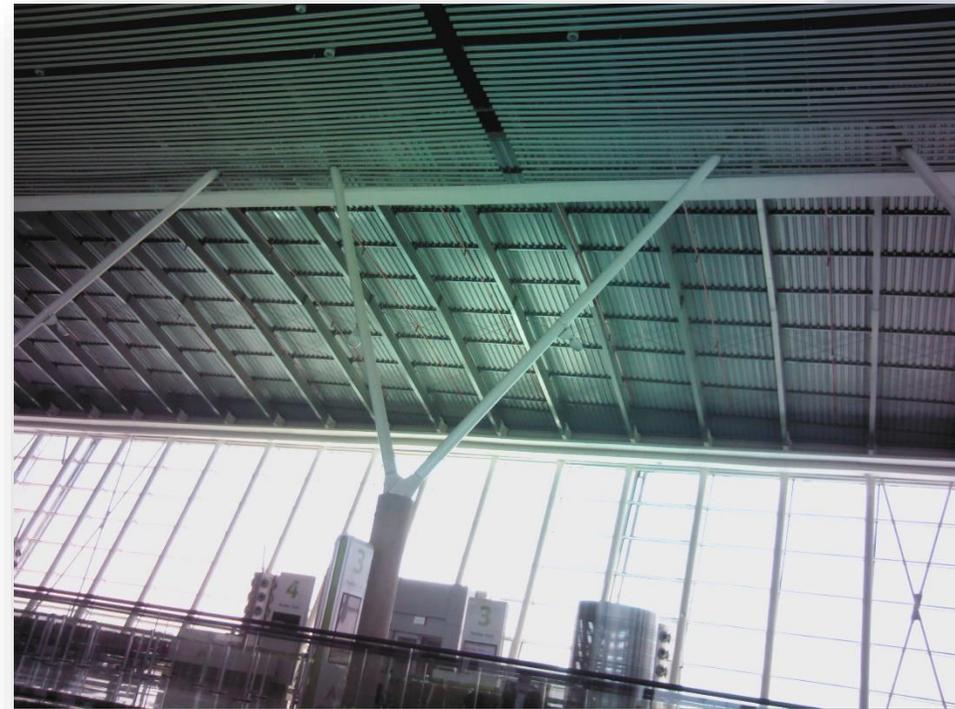
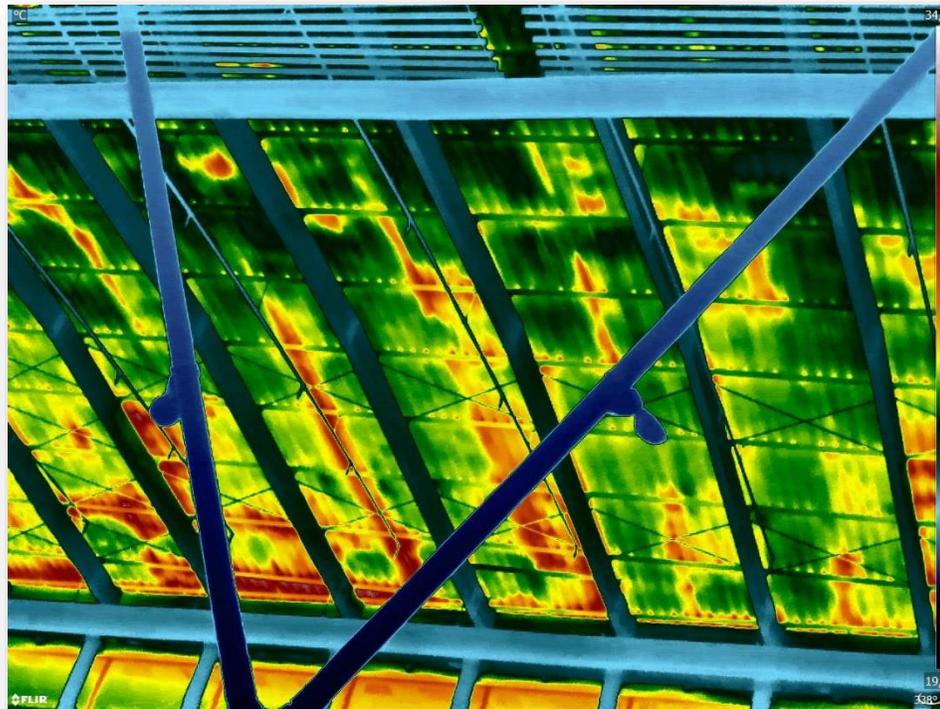


Por Attílio B. Veratti (ICON Termonautas) e Eduardo Cabaleiro (EAUFMG)

Fluxo de Calor

Variações no isolamento térmico no teto do Aeroporto de Brasília.

Este tipo de inspeção permite o cálculo do calor que é admitido pelo teto, calor que deverá ser retirado pelo sistema de ar condicionado.



Por Atílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO

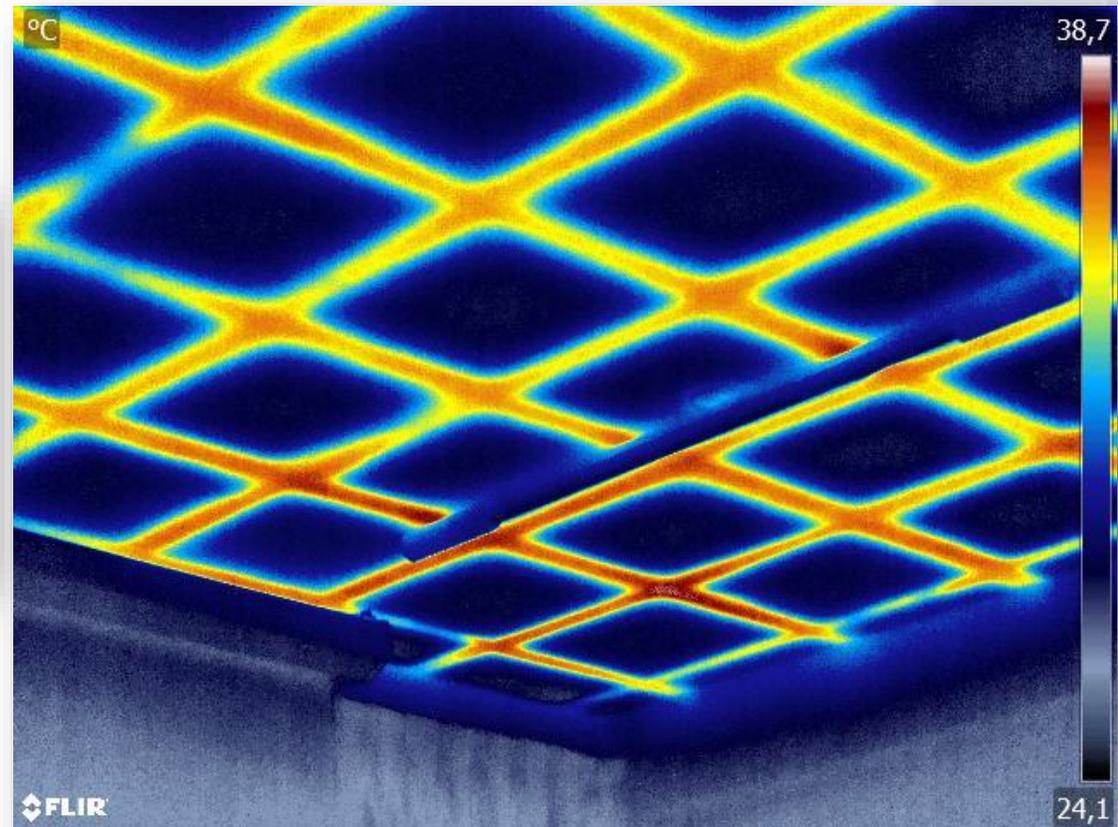
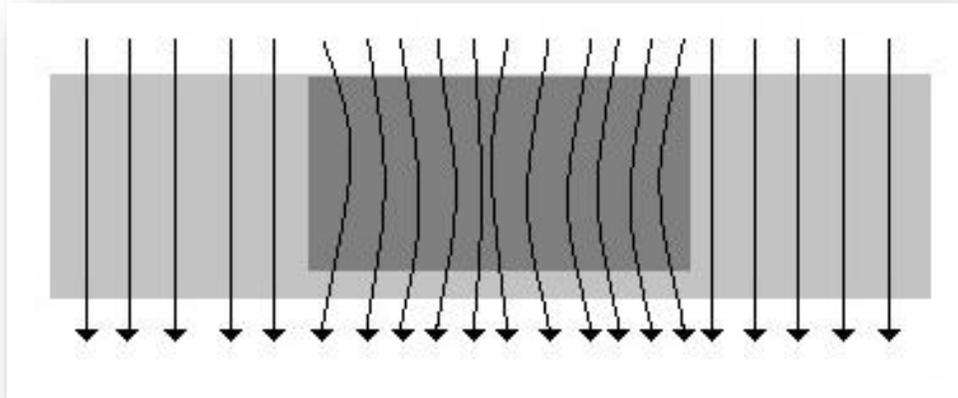


PATROCÍNIO



Fluxo de Calor - Pontes Térmicas

Pontes térmicas na laje de edificação.



Por Attílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO



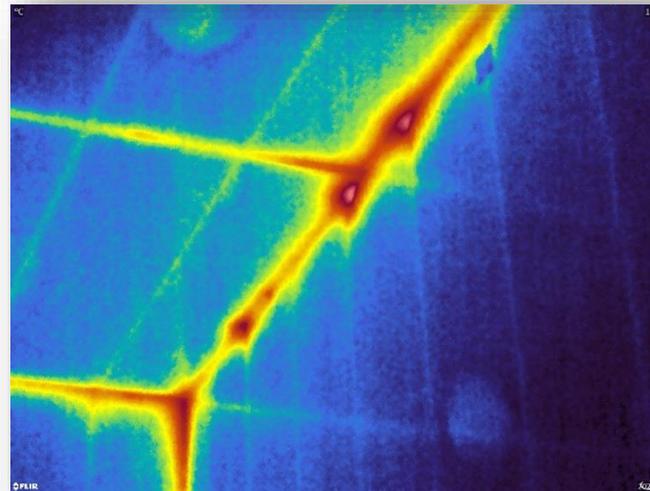
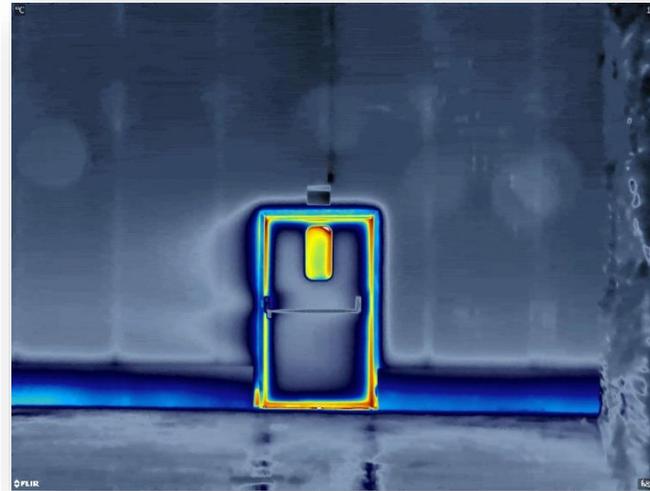
PATROCÍNIO



Fluxo de Calor - Pontes Térmicas

Pontes térmicas
câmara fria para
armazenamento
de sementes.

Por Atílio B. Veratti (ICON Termonautas)



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Cálculo de Fluxo de Calor

Estudo da passagem de calor em dois diferentes arranjos

de vidros, em edifício comercial.

Centro Empresarial de São Paulo.

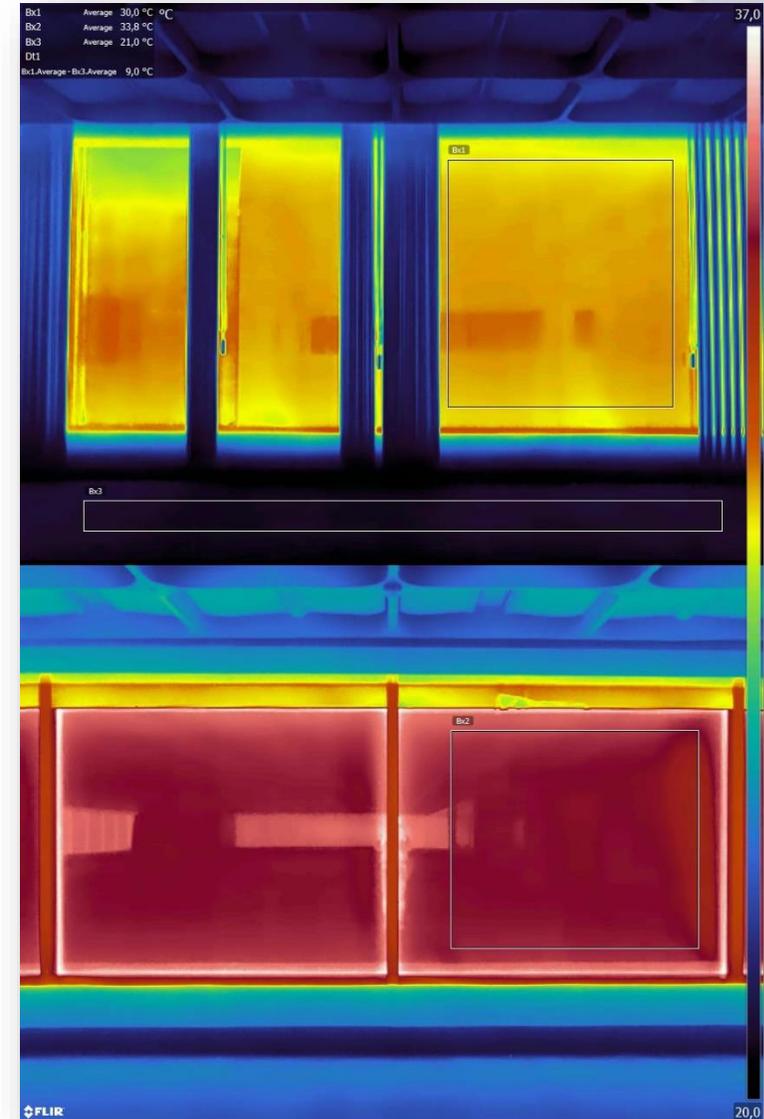
Cálculo das trocas térmicas nos dois arranjos de vidros

do lado com incidência solar às 10:30 da manhã,
considerando uma temperatura interna de 21 °C em

convecção natural.

Imagem superior: **0,072 kWh/m² ou 244 BTU/hm²**

Imagem inferior: **0,100 kWh/m² ou 340 BTU/hm²**



Por Attílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO

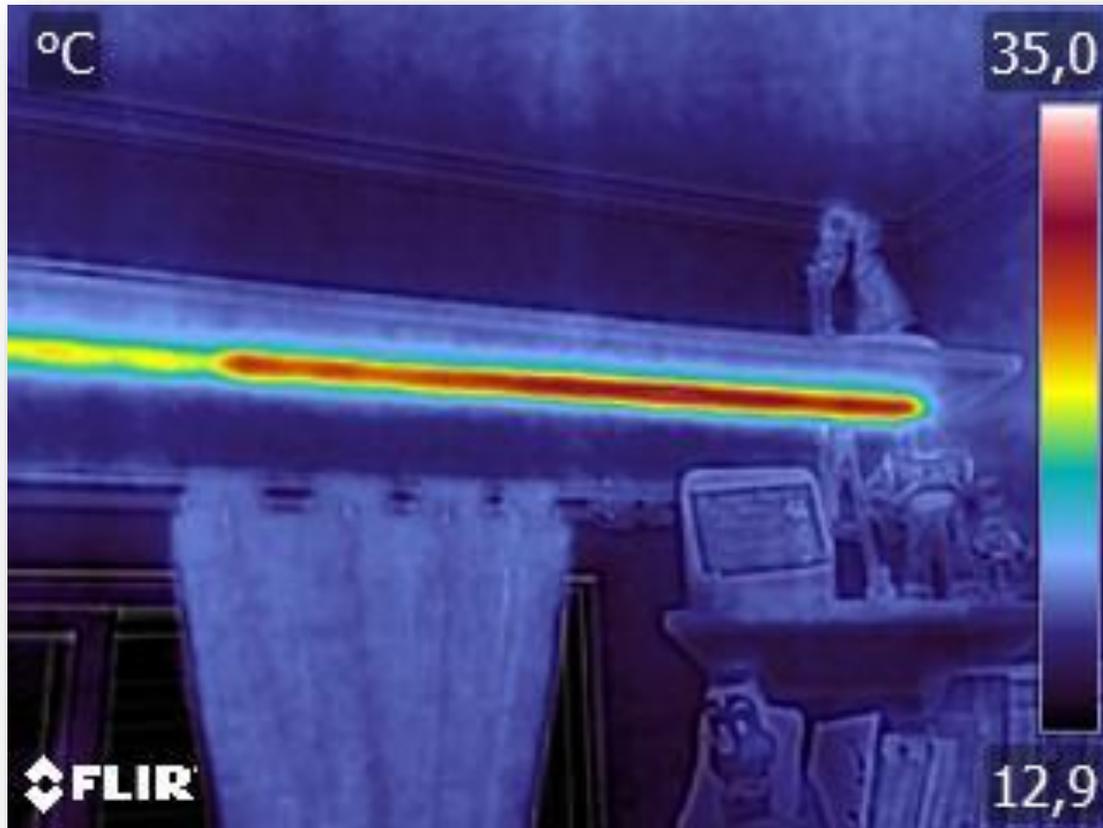


PATROCÍNIO



Fluxo de Produtos

Localização de tubulação de água quente em apartamento residencial.



Por Attílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO

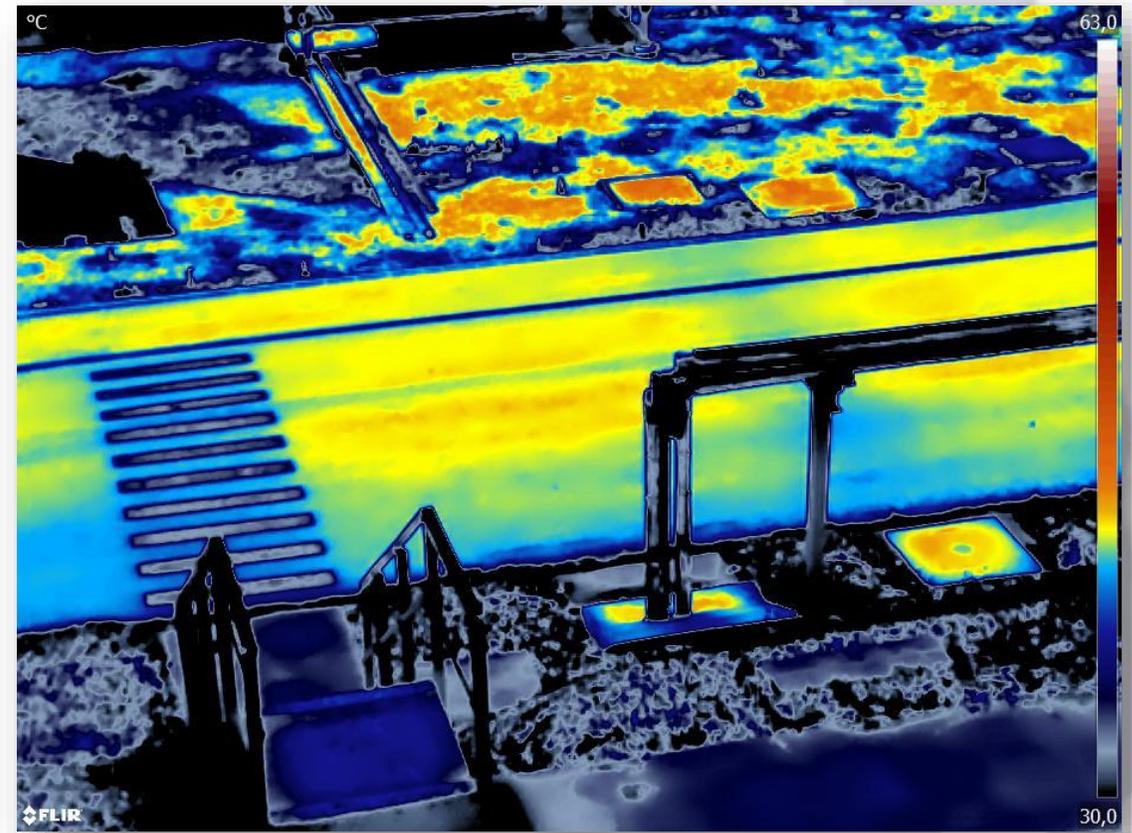
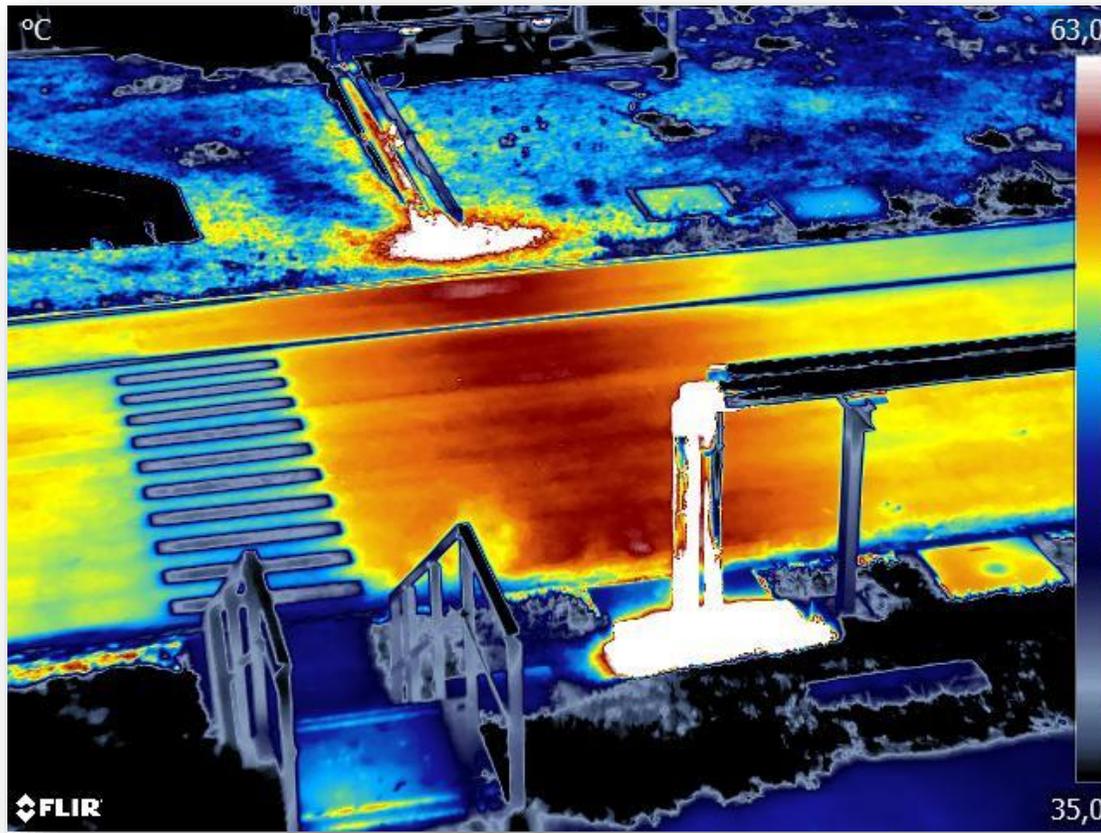


PATROCÍNIO



Estudo de Produtos

Identificação da perda térmica em linha de vapor sob via asphaltada (antes e depois do reparo).



Por Atílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO

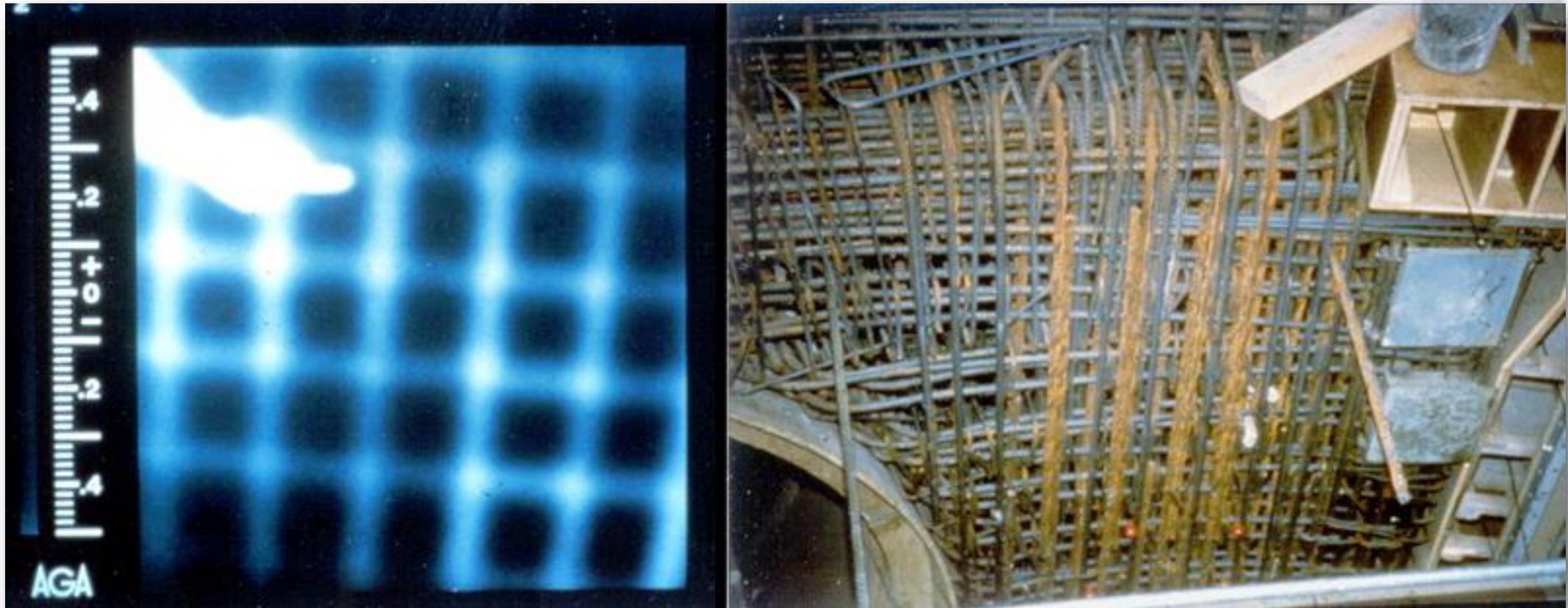


PATROCÍNIO



Indução Elétrica

Localização de ferragem na parede de reator nuclear (aquecida por indução).



Por AGEMA

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO

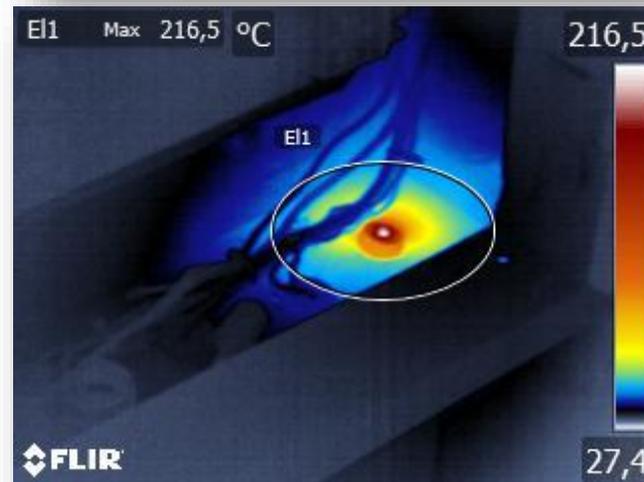
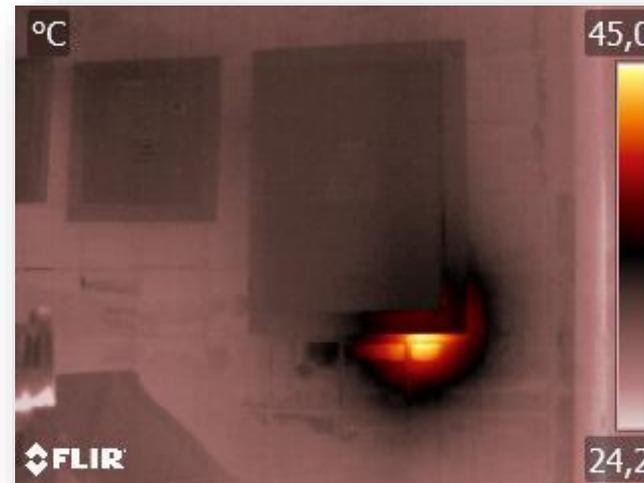


Fuga de Corrente

Anomalia na parede de restaurante, ao lado de um painel de BT.

A entrada de cabos está vazia (ocorrência de fuga de corrente?).

Por Atílio B. Veratti (ICON Termonautas)



REALIZAÇÃO

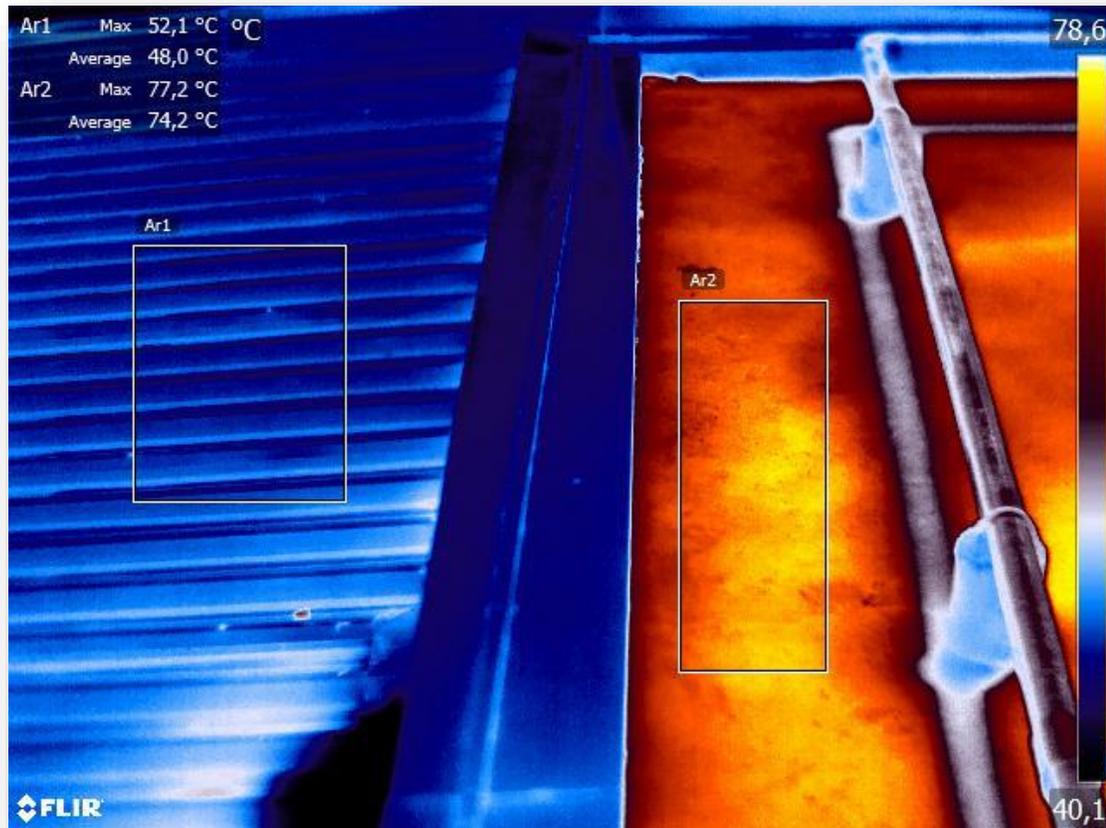


PATROCÍNIO



Diferentes Albedos

Equilíbrio térmico sob carga solar, teto de restaurante McDonald's.



Por Atílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO

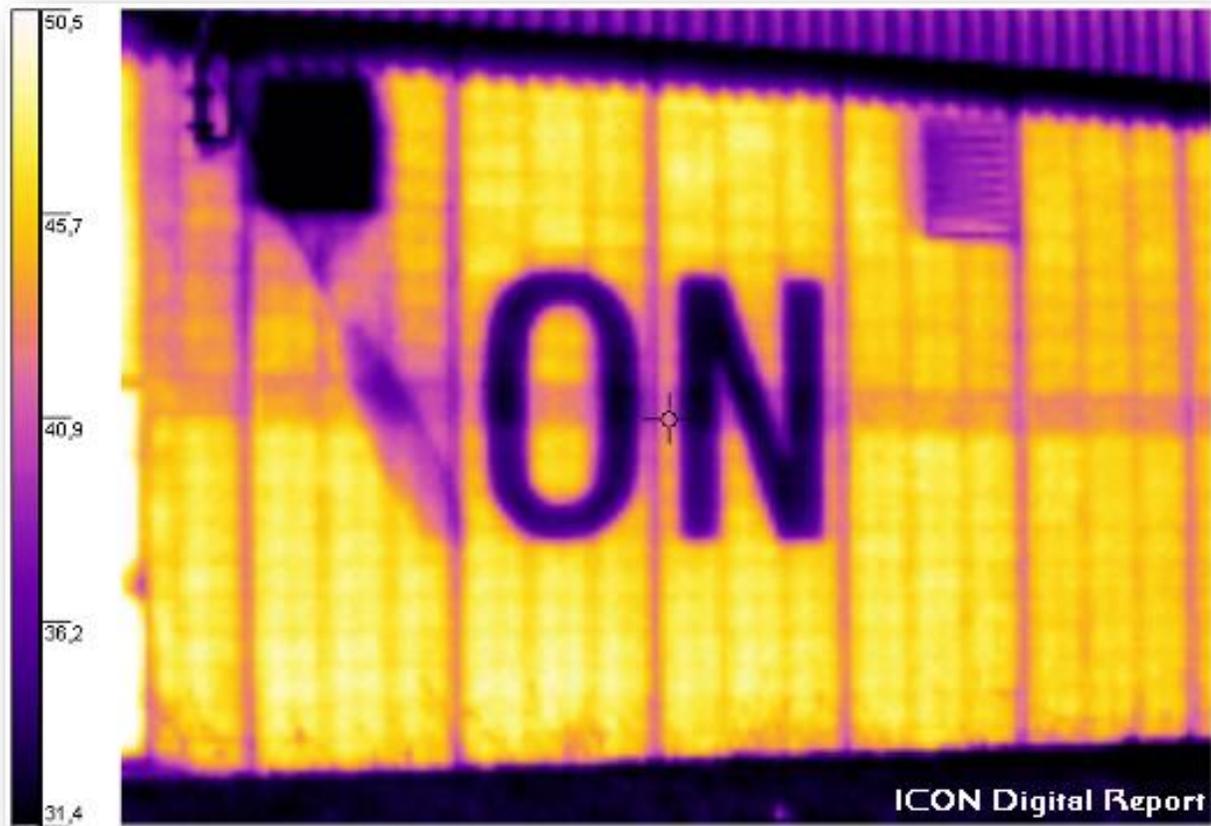


PATROCÍNIO



Diferentes Albedos

Equilíbrio térmico sob carga solar, parede de galpão na IBM.



Por Atílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



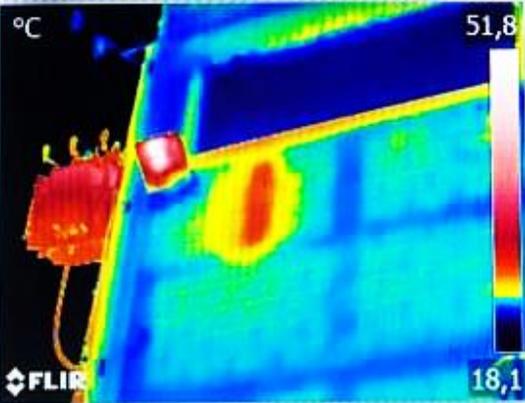
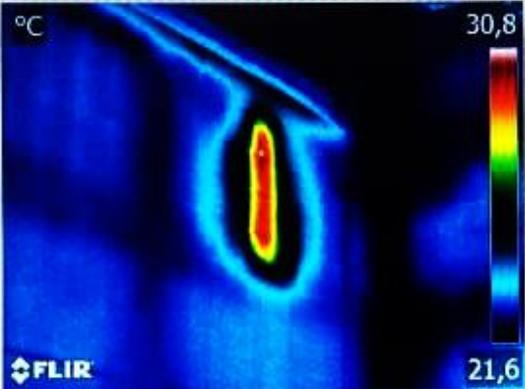
Elementos **ESTRANHOS** (**ABELHAS**) em alvenaria de blocos de concreto

PHOTONS CONSULTORIA

FLUXO DE CALOR – ORIGEM BIOLÓGICA

COLMÉIA DE ABELHAS FORMADA DENTRO DA ESTRUTURA DE BLOCOS DE TIJOLOS EM PAREDE DE CABINE PRIMÁRIA.

Por Edson Nivaldo (Photons Consultoria)

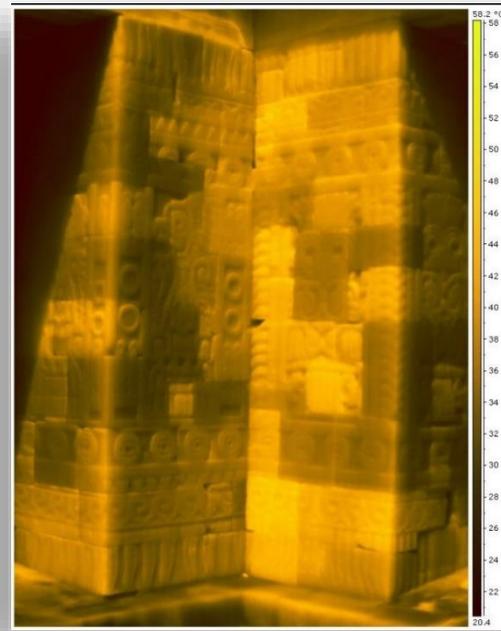


TEON TERMONAUTAS

Diferentes Albedos e Materiais

Identificação de diferentes materiais e procedências sob carga solar.

Palácio de Quetzalpapálotl - Teotihuacan - México



Por Atílio B. Veratti (ICON Termonautas) e Erandy Flores (ICON México).

REALIZAÇÃO

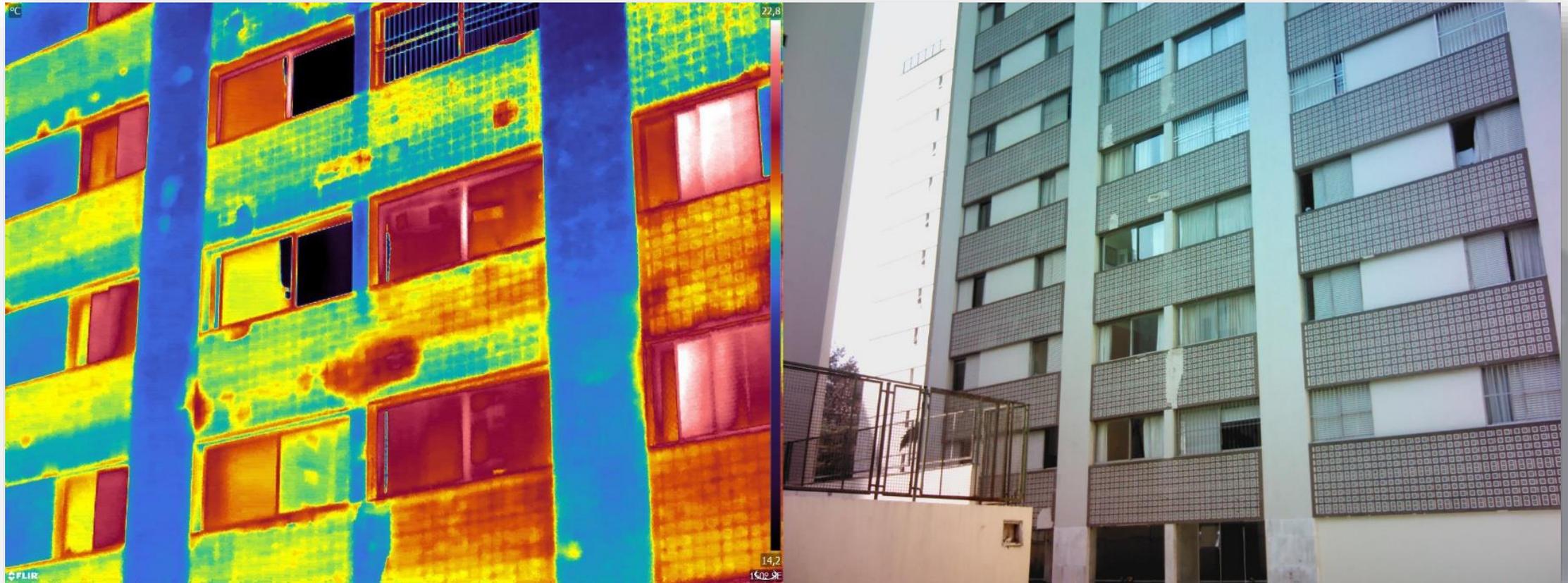


PATROCÍNIO



Delaminações em Revestimentos Cerâmicos

Localização da delaminações em revestimento cerâmico externo de edifício residencial.



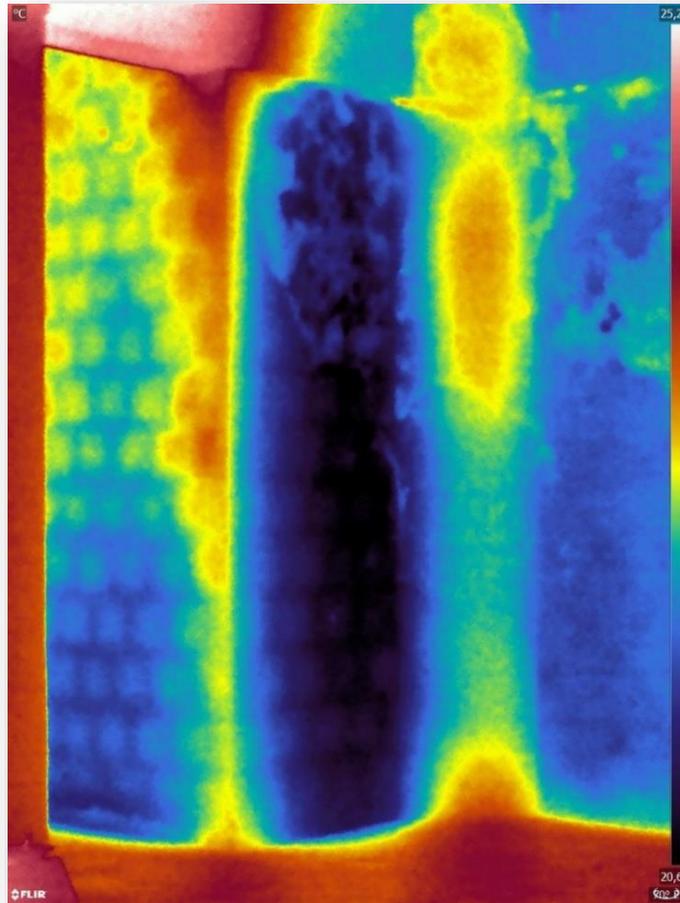
Por Attílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO



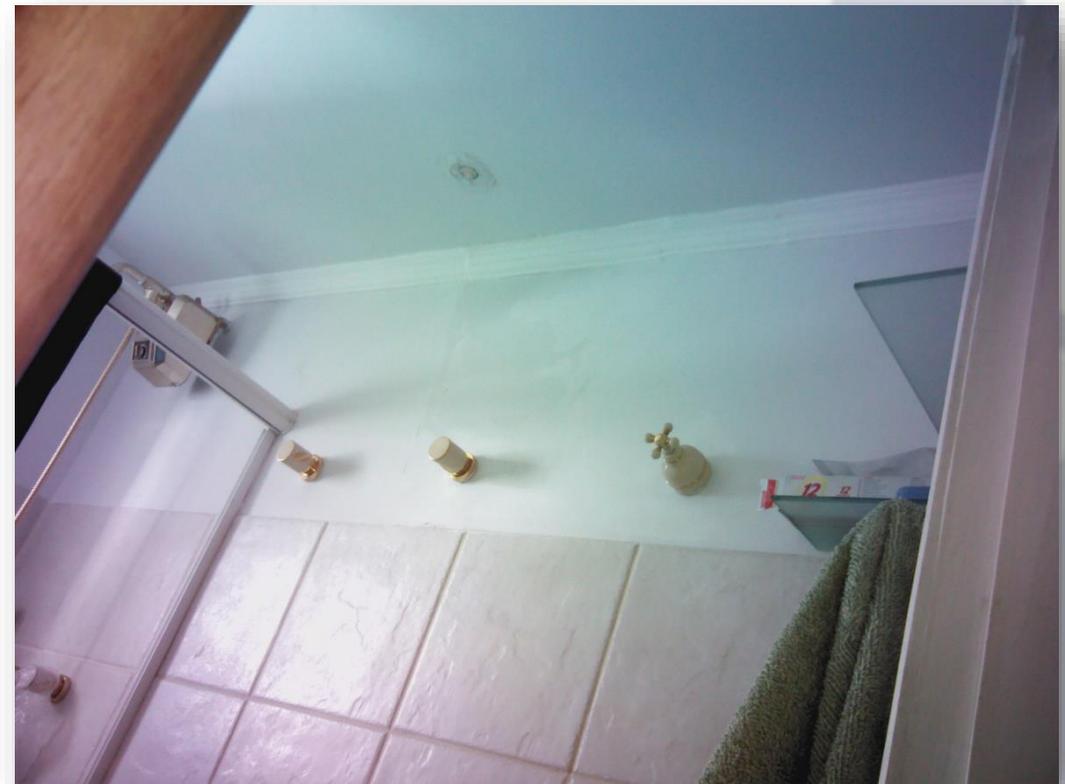
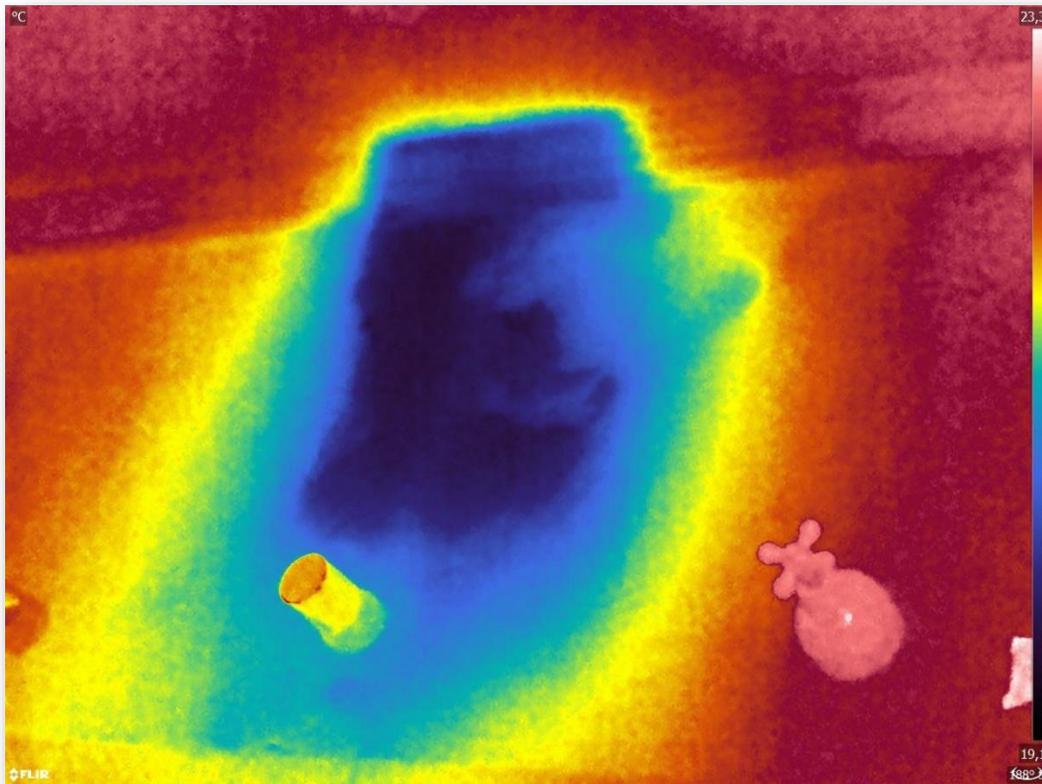
Infiltração de Umidade

Infiltração de água em parede de sala de elevadores (Centro Empresarial de São Paulo).



Localização de Infiltração de Umidade em Estruturas

Infiltração de água em apartamento.



Por Attílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO

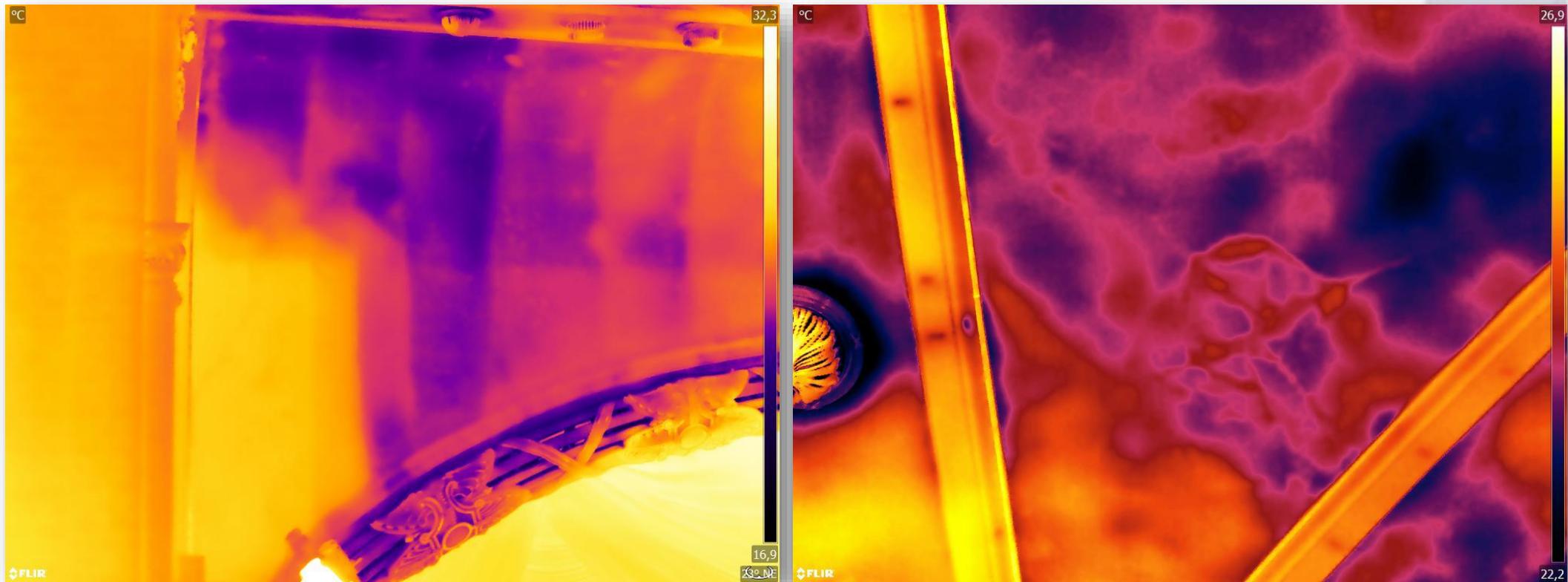


PATROCÍNIO



Localização de Infiltração de Umidade em Estruturas

Infiltração de água no Teatro Municipal do Rio de Janeiro.



Por FLK Instrumentação Eletrônica e Atílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO

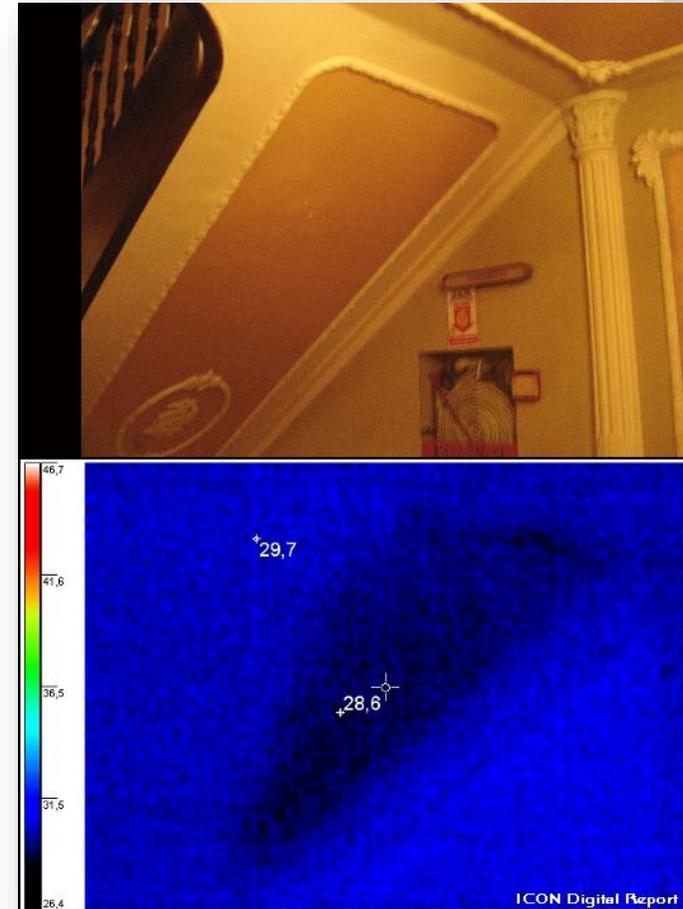
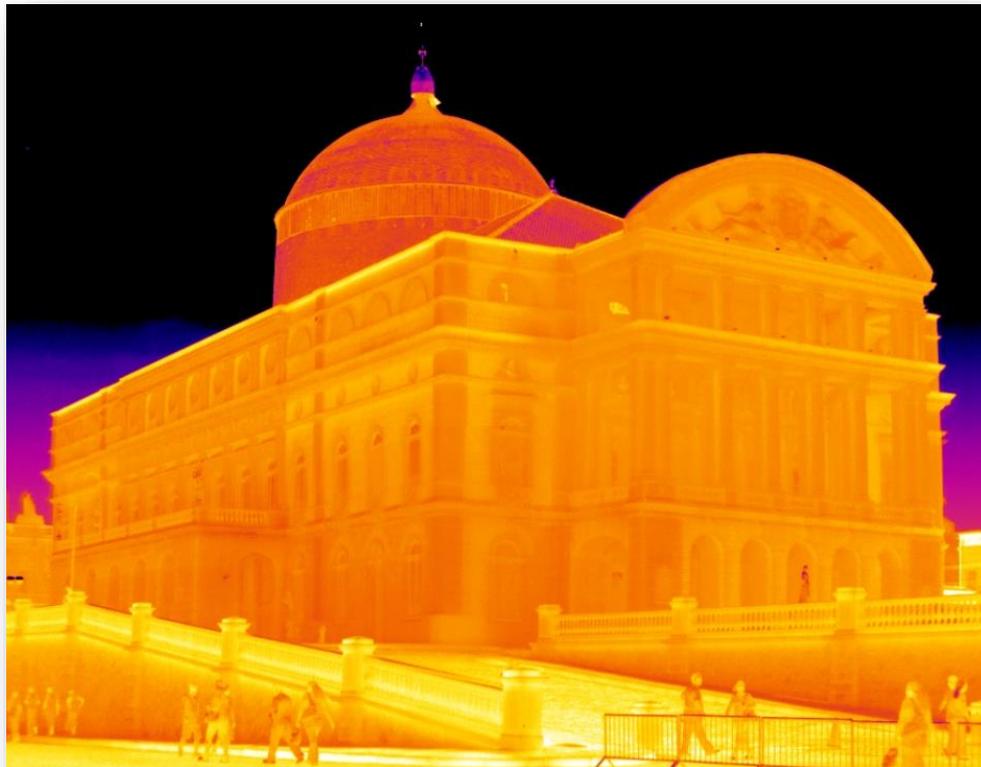


PATROCÍNIO



Localização de Infiltração de Umidade em Estruturas

Infiltração de água no Teatro Amazonas - Manaus.



Por Atílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO



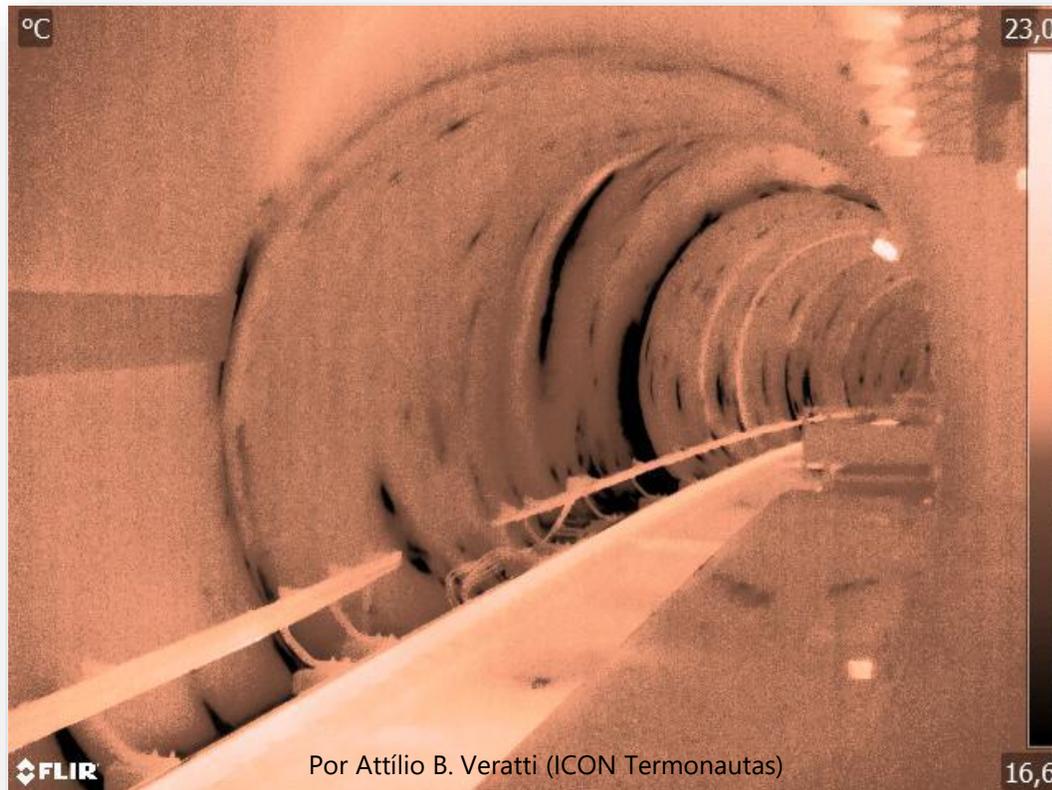
PATROCÍNIO



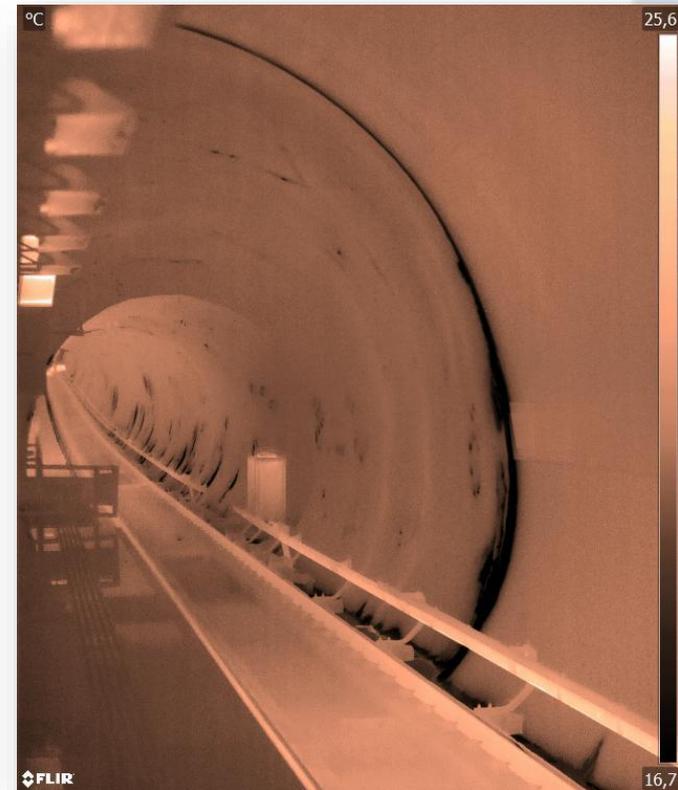
Localização de Infiltração de Umidade em Túneis

Infiltração de água nos tuneis do metro de São Paulo.

A infiltração de água em tuneis fica evidenciada pelo resfriamento provocado pela evaporação.

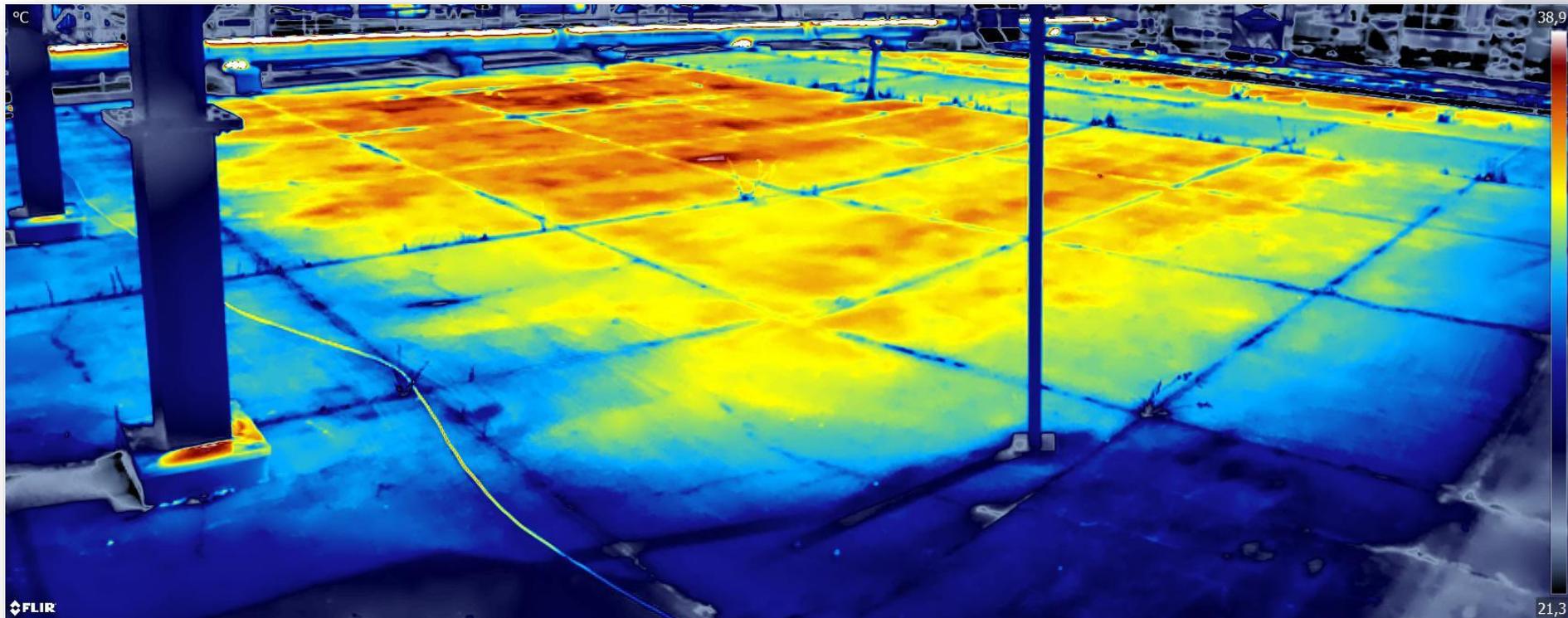


Por Attílio B. Veratti (ICON Termonautas)



Localização de Infiltração de Umidade em Lajes

Localização de umidade em laje em edifício industrial.



Por Attílio B. Veratti (ICON Termonautas)

REALIZAÇÃO

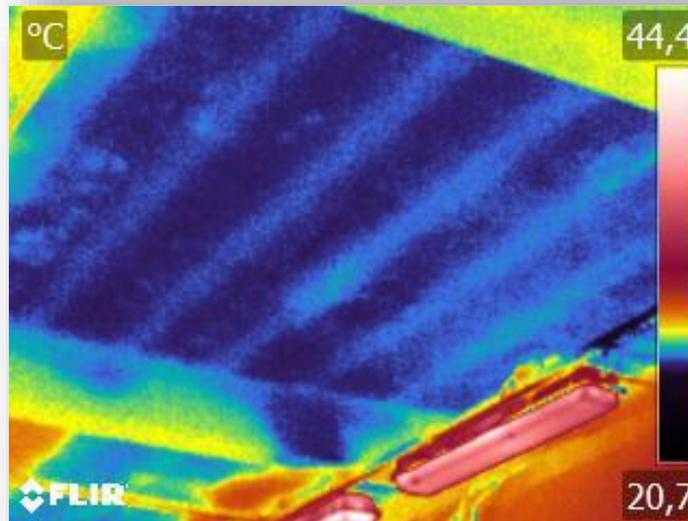


PATROCÍNIO



Infiltração de Umidade em Subestação Elétrica de 13,8 kV.

Detalhes dos componentes de alta tensão e dos plásticos protegendo os painéis



Por Edson Nivaldo (Photons Consultoria)

Tendo por base a experiência dos autores, para atender às exigências legais correspondentes à emissão de um laudo, parecer ou relatório termográfico, dois requisitos são indispensáveis:

- O primeiro é a veracidade da informação termográfica, garantida pela certificação do termografista responsável pela sua coleta.
- O segundo é a correta interpretação, pelo profissional da engenharia civil ou de arquitetura, dos fenômenos observados, seu diagnóstico e/ou prognóstico.

Ambos requisitos estão contemplados na norma ABNT NBR 16818:2020 Procedimento Termográfico, vista a seguir.

Norma ABNT NBR 16818:2020

Procedimento Termográfico

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



A norma ABNT NBR 16818:2020 estabelece que as aplicações da termografia infravermelha sejam realizadas de acordo com um procedimento escrito, que contenha no mínimo os seguintes itens:



- 1. *Qualificação da pessoa;***
- 2. *Descrição da técnica;***
- 3. *Equipamentos utilizados;***
- 4. *Critérios de análise;***
- 5. *Processamento da informação térmica;***

Certificação – procedimento utilizado pelo organismo de certificação (acreditado pelo INMETRO) para confirmar que os requisitos de qualificação para o método, nível e setor tenham sido atendidas, resultando na emissão de um certificado.

O perito deve ser certificado para garantir a veracidade e a qualidade das informações térmicas coletadas.

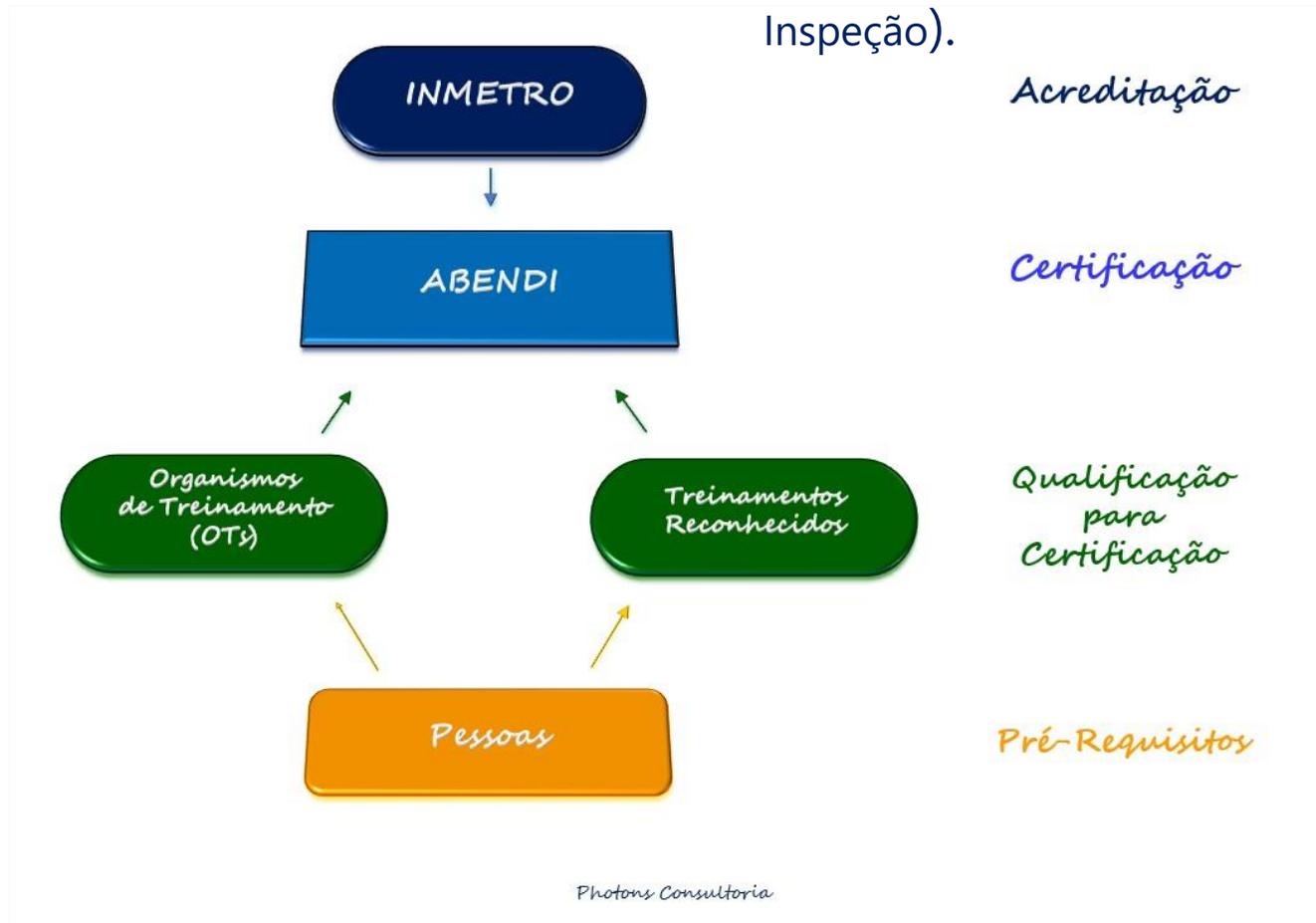
Qualificação – demonstração de aptidão física, conhecimento, habilidade, treinamento e experiência necessários para o desempenho apropriado para as tarefas.

Os conteúdos de qualificação para a certificação são definidos pelas normas ISO ABNT NBR 9712 e ISO 18436-7 (e, futuramente, ISO 6781-3).

Habilitação - É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.

A entidade, acreditada pelo INMETRO, que certifica pessoas em termografia infravermelha, com registro no SNQC (Sistema Nacional de Qualificação e Certificação), para END e Monitoramento de Condição é a Abendi (Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e

Inspeção).



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO

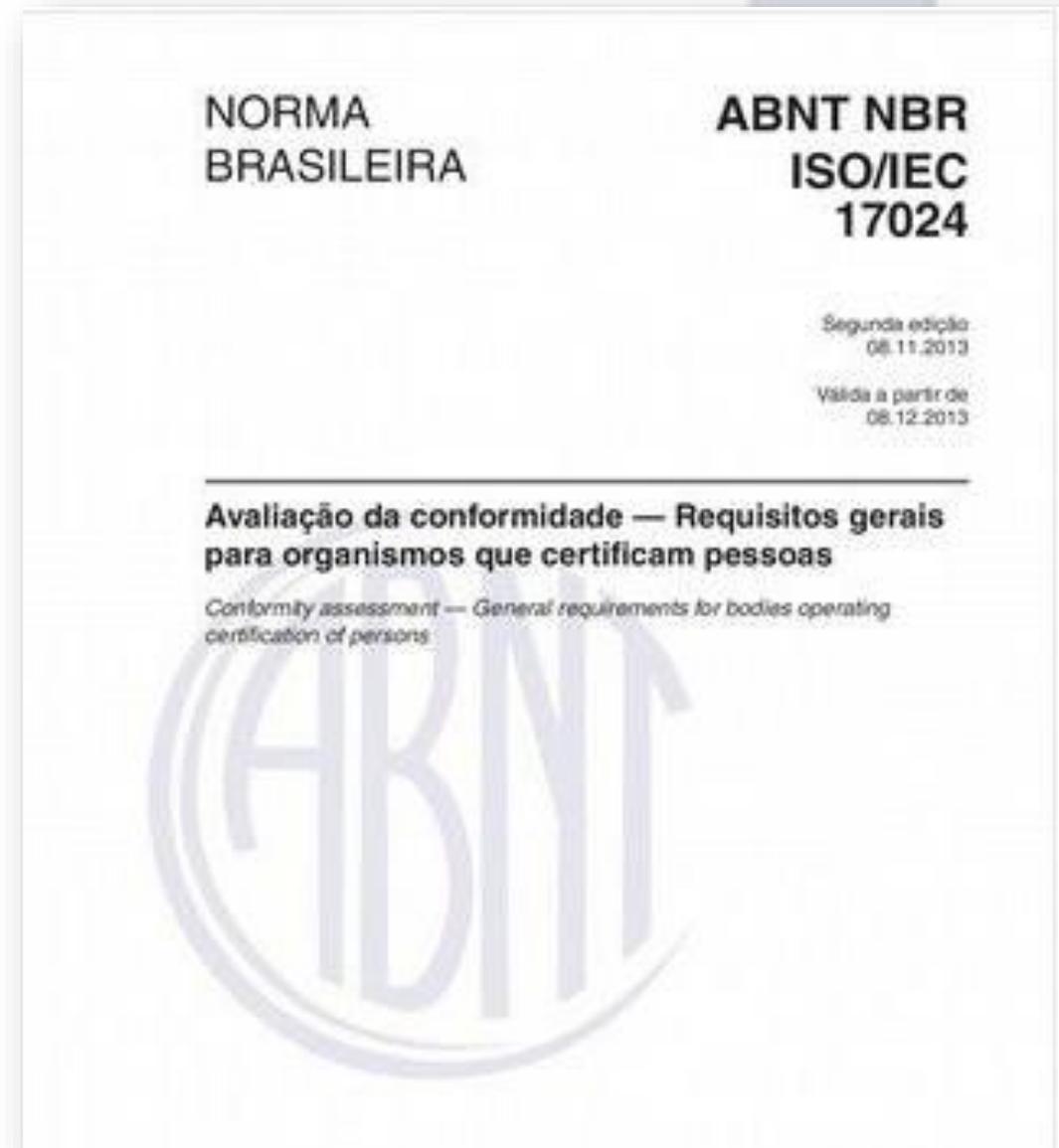


A norma ABNT NBR ISO/IEC 17024 rege o funcionamento dos organismos de certificação de pessoas, devendo ser conhecida por todos que pretendem se certificar no método.

O organismo de certificação deve ser uma entidade legalmente constituída (ou parte de uma) devendo ser responsável por suas atividades de certificação, gerenciar e assegurar a imparcialidade e o conflito de interesses em suas atividades.

“Oferecer treinamento e certificação dentro da mesma entidade legal constitui uma ameaça à imparcialidade.”

Quem qualifica não certifica!



O Grupo da ABNT de Termografia na Engenharia Civil está, **neste momento**, trabalhando em uma versão da norma de qualificação ISO 6781-3 adaptada à realidade de nosso país.

Convidamos a todos os interessados a participar deste grupo da ABNT.

E-mail da ABNT/ONS-058 –

ons-058@abnt.org.br

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
6781-3

First edition
2015-12-01

Performance of buildings — Detection of heat, air and moisture irregularities in buildings by infrared methods —

Part 3:
Qualifications of equipment operators, data analysts and report writers

Performance des bâtiments — Détection d'irrégularités de chaleur, air et humidité dans les bâtiments par des méthodes infrarouges —

Partie 3: Qualification des opérateurs de l'équipement, des analystes de données et des rédacteurs de rapports

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Níveis, Categorias ou Classes na Certificação em Termografia Infravermelha ISO 9712 – ISO 18436-7 – ISO/DIS 6781-3

- **Nível 3 – Categoria 3 – Classe 3**

Qualificação 3



Atribuições 1 + 2 + 3

- **Nível 2 – Categoria 2 – Classe 2**

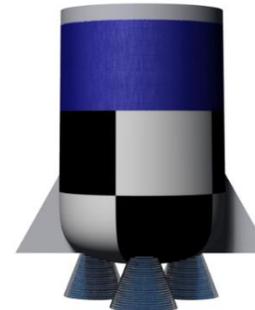
Qualificação 2



Atribuições 1 + 2

- **Nível 1 – Categoria 1 – Classe 1**

Qualificação 1



Atribuições 1

Conclusão

Enquanto esta norma de qualificação está em desenvolvimento a melhor solução para garantir a integridade de laudos ou pareceres técnicos é a associação, em sua elaboração, de um termografista certificado para o Método da Termografia Infravermelha (MTI) e de um profissional da engenharia civil ou arquitetura.





REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO





REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Autores

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Eng. Attílio Bruno Veratti

abveratti@gmail.com

abv@icontec.com.br

- Engenheiro Metalurgista formado pela FEI em 1977.
- Especialista em sistemas termográficos com 43 anos de experiência e cursos na Inglaterra, Holanda, Estados Unidos e Suécia pela Agema Infrared Systems, Cincinnati Electronics, Raytek e FLIR Systems.
- Implantou atividade de inspeções termográficas na empresa Optronics Sistemas Ópticos e Eletrônicos (representante AGEMA Infrared Systems), sendo posteriormente gerente de marketing da mesma.
- Autor do livro Termografia – AGA Sistemas Infravermelhos - Princípios e Aplicações (1984)
- Autor do livro Termografia – ICON Tecnologia - Princípios, Aplicações e Qualidade (1992).
- Autor do CD "Termografia" primeiro trabalho multimídia no campo da Termografia (1997).
- Autor do livro "Procedimentos de Segurança em Inspeções Termográficas de Sistemas Elétricos" (2005).
- Autor do Guia Termonautas para a Termografia Infravermelha (2016) – ICON Tecnologia e Interativa Multimídia.



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Termografia: Aplicação na Engenharia Civil e Perspectivas de Norma ABNT Específica

- Acumula mais de 2800 inspeções termográficas, incluindo os mais diversos campos de aplicação e desenvolvimento da Termografia.
- Atualmente diretor da empresa ICON Tecnologia e consultor de diversas empresas na área de desenvolvimento de novas aplicações da Termografia.
- Responsável pelo site de pesquisa e banco de informações www.termonautas.com.br .
- Responsável pelo Termonautas Facebook, comunidade com mais de 10.000 likes. www.facebook.com/termonautas
- Autor do curso "Gestão de Termografia em Sistemas Elétricos" e aplicativo SIENet (Supervisor de Inspeções Elétricas versão Net).
- Termografista Nível 3 (2017) pelo ITC – Boston, USA (Prática Recomendada ASNT SNT-TC-1).
- Termografista Nível 3 (2020) pela Abendi Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção – Norma ABNT NBR ISO 9712 – SNQC/END 16015.
- Termografista Categoria 3 (2020) pela Abendi Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção – Norma ISO 18436-7 - SNQC/END 16015.



REALIZAÇÃO

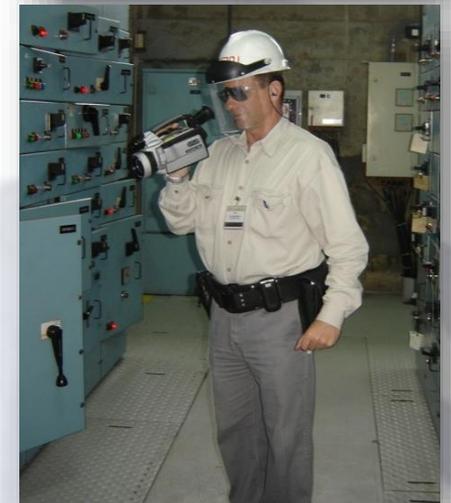


PATROCÍNIO



Termografia: Aplicação na Engenharia Civil e Perspectivas de Norma ABNT Específica

- Membro ativo do Grupo de Termografia N3 da Abendi (Certificação).
- Membro ativo do ONS-58 – END (ABNT).
- Perito e Assistente Técnico Termográfico, regularmente inscrito no CONPEJ nº 00.002.5082.
- Na área de cursos capacitou pela AGA Sistemas Infravermelhos, AGEMA, Optronics Sistemas Ópticos e Eletrônicos, Raytek, Fluke e ICON Tecnologia, mais de 2000 profissionais no período 1980 a 2006, após essa data passou a atuar como membro da equipe de Instrutores Licenciados para a América Latina pelo ITC Infrared Training Center, Estocolmo.
- Pelo ITC ministrou, entre os anos de 2007 e 2020, mais de 180 cursos de certificação em Nível 1 e 2, formando mais de 2300 profissionais no Brasil, Argentina, Uruguai, Chile, Paraguai, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Panamá, Costa Rica, El Salvador, Guatemala e México.
- Coautor da patente Petrobras “Sistema de Janelas para Lente de Inspeção Termográfica Portátil e Método de Instalação” (2012).
- Coautor do Direito de Autor “Novos Conceitos em Termografia Infravermelha Aplicados à Fisioterapia”, com a Fta. Paula Machado (2018).
- Membro do Grupo Temático de Termografia do Conselho Regional de Fisioterapia 3 (CREFITO 3).



Eng. Dr. Eduardo Cabaleiro Cortizo

E-mail: cabaleiro@gmail.com [instagram.com/educabaleiro.com](https://www.instagram.com/educabaleiro.com) site: <http://eduardocabaleiro.com>
[currículo lattes: http://lattes.cnpq.br/0186600561102350](http://lattes.cnpq.br/0186600561102350)

Professor Associado Escola de Arquitetura da Universidade Federal

Doutorado - EEUFMG (2007) - Uso da técnica de Termografia digital para identificação de estruturas e anomalias ocultas em edificações: Estudo de caso em Patrimônio Histórico.

Mestrado – PUC/MG, 2002. Área de Meio Ambiente - Tratamento Da Informação Espacial – Perícia Ambiental

Graduação – EEUFMG (1982) - Engenharia Civil

Atividades de extensão - experiência: tecnologia, gestão, projetos, consultorias e perícias

Consultoria de avaliação imobiliária e viabilidade econômica

Consultoria de Planejamento e Gerenciamento em Construção Civil

Consultoria de Tecnologia em Construção Civil

Consultoria e projetista na área de eficiência energética / Construção Civil

Consultoria - Levantamento de Patrimônio Histórico

Consultoria - Desempenho em Edificações – NBR/ABNT 15.575

Consultoria de Meio Ambiente

Consultoria sobre Patologias e Diagnósticos em Edificações

Perícia de Construção Civil

Perícia de Meio Ambiente



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Atividade de ensino

Escola de Engenharia da U.F.M.G.

Cargo: Professor Auxiliar - substituto

Curso de Engenharia Civil

Curso de Arquitetura

Escola de Arquitetura da U.F.M.G.

Cargo: Professor Associado III – efetivo

Curso de Mestrado – Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável – EAUFGM

Curso de Especialização em Sistemas de Tecnológicos e Sustentabilidade aplicados ao Ambiente Construído EAUFGM

Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo

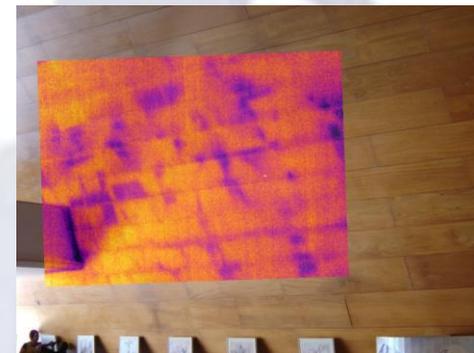
Atividades complementar acadêmicas administrativa

Chefe do laboratório de Materiais do Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG, períodos de 98/02 e 06/11.

Chefe do Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da EAUFGM, períodos de 00/02 e 08/10.

Conselho Curador da Universidade Federal de Minas Gerais períodos: 10/2012 e 13/14

Coordenador do Curso de Especialização Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade aplicado ao Ambiente Construído EAUFGM, período 10/14.



Termografia: Aplicação na Engenharia Civil e Perspectivas de Norma ABNT Específica

Distinções, homenagens, destaques obtidos em reconhecimento de atividade intelectual e educacional

Projeto Akzo/Cabaleiro: Paraninfo turma de Eng. Civil - Jul/93.

Prof. Homenageado Especial turma de Eng. Civil - Jul/93.

Prof. Homenageado turmas de Eng. Civil - Dez/93, Jul/94.

Prof. Paraninfo turmas de Arquitetura - Jul/97, Ago/11, Ago/12, Dez /13, Mar/14, Jul/15, Ago/16

Prof. Homenageado turmas de Arquitetura- Dez/95, Out/98, Dez/01, Out/02, Mar/03, Ago/03, Ago/13 Dez/14, Fev/15, Set/16, Jun/18, Nov/19.

Diploma de Honra ao Mérito Associação Brasileira de Ensaios Não-Destrutivos - Abend/ABNT - Dez/05, Dez/06, Dez/07.

Fundação Christiano Ottoni - Escola de Engenharia

Cargo: Professor Assistente I

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS - Fundação Mineira Aleijadinho

Cargo: Professor

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

Empresa: **Axial Engenharia de Projetos e Obras Ltda.**

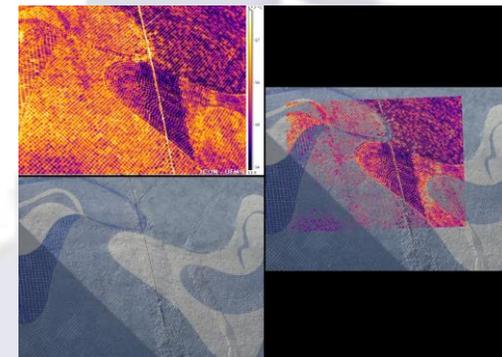
Sócio Gerente

Empresa: **ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres**

Cargo: Assessor da Diretoria

Período: junho / 2002 - / 2002

Cargo: Gerente de Meio Ambiente Período: outubro / 2002- 2003.



REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Eng. Edson Nivaldo da Silva

edson@photons.com.br

- Técnico em Eletrônica formado na CRTSE – FACENS de Sorocaba-SP.
- Eletricista pelo SENAI de Sorocaba.
- Termografista com certificação Categoria 3 pela Abendi.
- Certificado em Gerenciamento de Inspeções Termográficas em sistemas elétricos. pela Icon Tecnologia.
- Membro ativo do ONS-58 – END (ABNT).
- Atualmente cursando Processos Metalúrgicos na FATEC Sorocaba.
- Também possui capacitação nas áreas de:
- Análise de Vibrações – Vitek / SKF.
- Gestão de Processos ISO 9001:2000 – Bureau Veritas.

- Auditor Interno do Sistema de Qualidade – Alvo Consultoria.
- Tecnologia de Rolamentos.
- Emissão acústica – Ultrassom.
- Análise estática e dinâmica em motores elétricos.
- Possui mais de 20 anos de experiência em Manutenção Industrial na área de Inspeção Termográfica em empresas como COTEPE, SKF e Photons Consultoria, atuando como Especialista e Instrutor na área de Termografia.
- Autor do Manual de Certificação, segundo as normas ISO ABNT 9712 e ISO 18436-1 e ISO 18436-7.
- Perito e Assistente Técnico Termográfico, regularmente inscrito no CONPEJ n° 00.002.5084.
- Consultor em termografia para seguro – Bureau Veritas



Anexo 1

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



Nível / Categoria 1 – Pessoas certificadas como nível 1 devem estar qualificadas para executar a inspeção termográfica básica de acordo com procedimentos reconhecidos e estabelecidos. Um profissional certificado como nível 1 deve:

- aplicar uma técnica básica de medição de temperatura com termografia;
- ajustar parâmetros e operar uma câmera de termografia para coleta de dados com segurança
- prevenir, minimizar ou controlar fontes de erros;
- detectar falhas básicas e indicações não conformes, de acordo com instruções estabelecidas;
- realizar pós-processamento básico de imagens (ferramentas de medição, ajuste de emissividade, ajuste de escala);
- alimentar um banco de dados para análise de tendências;
- verificar a validade da calibração e o correto funcionamento dos sistemas de medições termográficas;
- avaliar e registrar os resultados de testes e relatar as anomalias térmicas;
- estar hábil a reconhecer e prevenir ou controlar fatores que resultam na aquisição de dados de baixa confiabilidade.

Nível / Categoria 2 - Uma pessoa certificada como nível 2 em termografia deve ser capaz de demonstrar as habilidades e conhecimentos requeridos para o nível 1 e estar capacitada para executar e/ou orientar uma inspeção termográfica de acordo com procedimentos reconhecidos e estabelecidos.

Um profissional certificado como nível 2 está apto a:

- selecionar a técnica de termografia apropriada e entender suas limitações;
- aplicar as teorias e técnicas de termografia incluindo medição e interpretações de resultados de inspeções;
- especificar software e hardware apropriado;
- interpretar, avaliar e diagnosticar anomalias térmicas;
- recomendar ações no campo corretivo;
- realizar pós-processamento de imagens;
- preparar relatórios sobre condições de equipamentos, diagnósticos de falhas, ações corretivas e eficácia de reparos realizados;
- fornecer orientação e supervisionar as pessoas certificadas em Nível 1.

Nível / Categoria 3 - Uma pessoa certificada como nível 3 em termografia deve ser capaz de demonstrar as habilidades e conhecimentos requeridos para o nível 2 e está apto a:

- desenvolver e implementar programas de monitoramento da condição e procedimentos de inspeção
- definir os critérios de avaliação e aceitação para equipamentos;
- interpretar e avaliar normas, especificações e procedimentos;
- definir metodologias específicas, procedimentos e instruções a serem usadas, se necessário;
- definir diagnósticos e tendências para situações de falha;
- recomendar ações corretivas/preventivas apropriadas;
- elaborar os procedimentos para profissionais certificados em Níveis 1 e 2 e supervisioná-los; e
- recomendar uma técnica de inspeção complementar ou alternativa (como: análise de vibração, ultrassom, análise de sinais elétricos, radiografia).