



Thermos protocol: contribuições para a coleta de dados termográficos no desenvolvimento de produtos

Thermos protocol: contributions to the collection of thermographic data in product development

Franciele Forcelini; Universidade Federal de Santa Catarina; UFSC
Giselle Schmidt Alves Díaz Merino; Universidade do Estado de Santa Catarina; UDESC
Eugenio Andrés Díaz Merino; Universidade Federal de Santa Catarina; UFSC

Resumo

A termografia infravermelha é um método que permite o registro da radiação térmica emitida por uma superfície, permitindo a identificação de condições atípicas. Possibilita coletas não invasivas, gerando múltiplos dados que podem subsidiar diferentes etapas de projeto de produtos ergonômicos. Entretanto, para a obtenção de dados precisos, são necessários protocolos que garantam o rigor da coleta. Portanto, este artigo tem como objetivo apresentar percepções de uso do *Thermos Protocol* e suas contribuições para a coleta de dados com a termografia. Caracteriza-se como um estudo qualitativo e descritivo. Esse protocolo visa orientar todos os momentos da coleta. Apresenta diretrizes que facilitam a preparação, o registro dos dados durante a coleta e a organização dos dados coletados. Contribui para a sistematização da coleta termográfica, para a conservação do rigor e replicabilidade e, ainda, para a obtenção de dados confiáveis para o desenvolvimento de produtos mais seguros, confortáveis e eficientes. A sistematização desse processo pode contribuir tanto para o desenvolvimento de soluções mais satisfatórias aos usuários, como para aumentar a segurança da equipe de projeto quanto aos resultados obtidos.

Palavras-chave: termografia infravermelha; protocolo; design ergonômico; produto; coleta de dados

Abstract

Infrared Infrared thermography is a method of recording thermal radiation emitted by a surface, allowing the identification of unusual conditions. It enables non-invasive collections, generating multiple data supporting different project stages of ergonomic products. However, protocols that guarantee the rigor of collection are needed to obtain accurate data. Therefore, this article aims to present insights into the use of the Thermos Protocol and its contributions to the data collection process with thermography. It is a qualitative and descriptive study. This protocol aims to guide all moments data of collection. It presents guidelines that facilitate the preparation, the recording of data during the collection, and the organization of the collected data. It contributes to the systematization of data collection, holding accuracy, and replicability. Moreover, it can help develop safer, more comfortable, and efficient products. The systematization of this process can contribute to developing satisfactory solutions for users and increase the project team's security regarding the results obtained.



Keywords: infrared thermography; protocol; ergonomic design; product; data collection

1. Introdução

A termografia infravermelha (TIV) é um método de imagem que permite o registro da radiação térmica (infravermelha) emitida pela superfície de um corpo, transformando-a, através das leis da física, em valores de temperatura (GABRIEL *et al.*, 2016). De modo geral, inclui um dispositivo de detecção de infravermelho para detectar a energia térmica irradiada de objetos e essa energia, com o auxílio de software específico e relações básicas, é transformada em um mapa de temperatura da superfície do objeto (MEOLA; BOCCARDI; CARLOMAGNO, 2017).

Este mapa de temperatura é chamado de termograma e exprime as variações de temperatura a partir de um espectro de cores, tornando possível a sua observação (MOBLEY, 2002). É um método não destrutivo e sem contato direto, que permite a observação a distribuição de calor, exibindo um quadro visual onde as temperaturas podem ser analisadas por meio de softwares específicos (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003; HOLST, 2000). Sendo assim, pode indicar condições atípicas em qualquer sistema por meio da variação da sua temperatura superficial (CERDEIRA *et al.*, 2011).

No desenvolvimento de produtos, a TIV pode contribuir de maneiras diversas. Possibilita coletas não invasivas de maneira rápida e confiável, respeitando as capacidades e limitações do usuário, gerando múltiplos dados que podem subsidiar as diferentes etapas de projetos. Auxilia em análises ergonômicas, na detecção de problemas e na avaliação de alternativas, possibilitando soluções mais seguras, confortáveis e eficientes (FORCELINI; VARNIER; MERINO, 2018).

Além disso, ao permitir a verificação de temperaturas cutâneas (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003), a TIV também possibilita a constatação de reações fisiológicas dos usuários que, quando excessivas, podem indicar desconfortos e riscos. Assim, podem ser desenvolvidas soluções capazes de reduzir o esforço físico do usuário (HSUAN-AN, 2017).

A termografia infravermelha também pode ser utilizada para verificar a deterioração de produtos, detectar defeitos em materiais, identificar falhas de projeto, bem como pode ser associado a técnicas subjetivas para avaliar a percepção dos usuários, proporcionando o redesenho de produtos (SILVA; MIRA, 2016; SILVA; TARALLI; MELZ, 2015).

No entanto, as coletas de dados termográficos podem ser influenciadas por diferentes fatores, os quais podem interferir nas respostas térmicas dos materiais e, conseqüentemente, nas análises (SALES *et al.*, 2010). Sendo assim, para que os termogramas sejam confiáveis, é preciso que estes sejam obtidas sob as mesmas condições e da mesma forma (MONTERO, 2017). Para manter a integridade e rigor das coletas, deve-se considerar as condições térmicas do objeto e do ambiente, sombras, reflexões, emissividade adotada, temperatura, velocidade e umidade do ar, distância entre a câmera e o objeto, ângulo de observação, entre outros (SALES *et al.*, 2010).



Seguindo protocolos rigorosos, o uso da TIV pode permitir a obtenção de dados confiáveis, mantendo o rigor científico (MERINO *et al.*, 2018). No entanto, devido à recente aplicação da TIV no processo de desenvolvimento de produtos, evidencia-se uma carência de protocolos apropriados para este fim, os quais devem considerar o levantamento de dados sobre sujeitos (usuários) e objetos (produtos) (FORCELINI, 2019).

Assim, tendo em vista a contribuição da TIV para o desenvolvimento de produtos e a necessidade de protocolos que garantam o rigor nas coletas de dados com este método, este artigo tem como objetivo apresentar percepções de uso do Thermos Protocol e suas contribuições para o processo de coleta de dados com a termografia infravermelha.

2. Thermos protocol

O Thermos Protocol (FORCELINI, 2019; FORCELINI; MERINO, 2019) é um protocolo desenvolvido para auxiliar na coleta de dados com a TIV, que envolve diversas particularidades e requer o controle de determinadas variáveis para garantir a credibilidade dos resultados e a replicabilidade do procedimento. Diferente dos protocolos tradicionais, foi pensado para auxiliar a coleta de dados termográficos no processo de desenvolvimento de projetos, contemplando os blocos de referência como contexto, usuário e produto (MERINO, 2016). Com base nisso, orienta diferentes momentos da coleta: preparação da coleta (pré-coleta); registro de dados (coleta) e; organização dos dados coletados (pós-coleta).

O protocolo é composto por 1 guia de orientações, 4 formulários e materiais complementares. O guia inicia com a apresentação do protocolo, destacando seus blocos e o seu conteúdo (Figura 1):

- **Passo 1** – Preparação para a Coleta de Dados (Pré-coleta);
- **Passo 2** – Registro da Coleta de Dados (Coleta) e;
- **Passo 3** – Organização dos Dados (Pós-coleta).

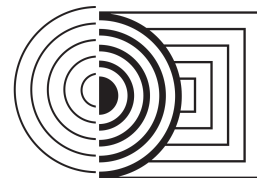
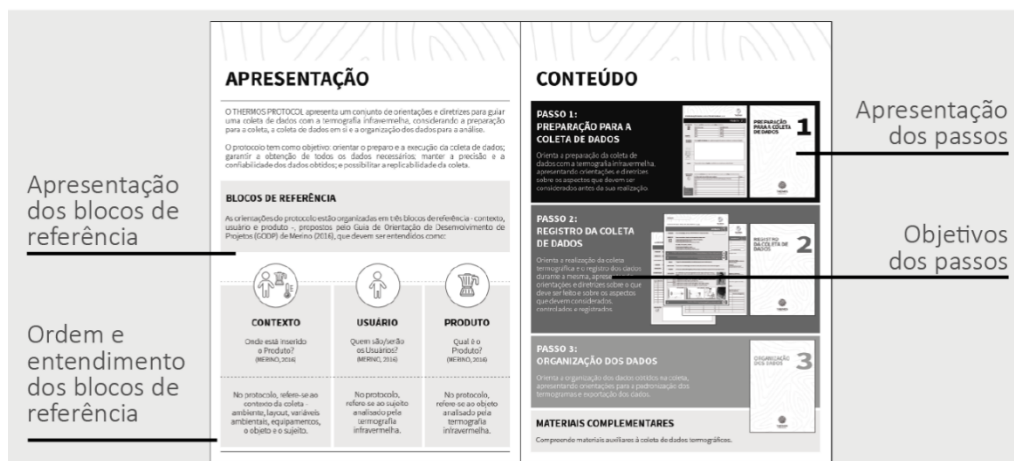


Figura 1 – Apresentação do Guia de Orientações



Fonte: a autora

Ainda, apresenta um Glossário (com os principais termos e suas definições), as instruções de cada passo, os formulários correspondentes, bem como lembretes e dicas complementares.

O protocolo possui um formulário associado ao Passo 1 e três associados ao Passo 2, conforme demonstra a Figura 2.

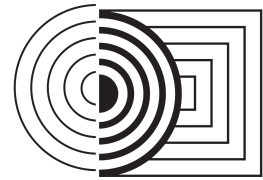
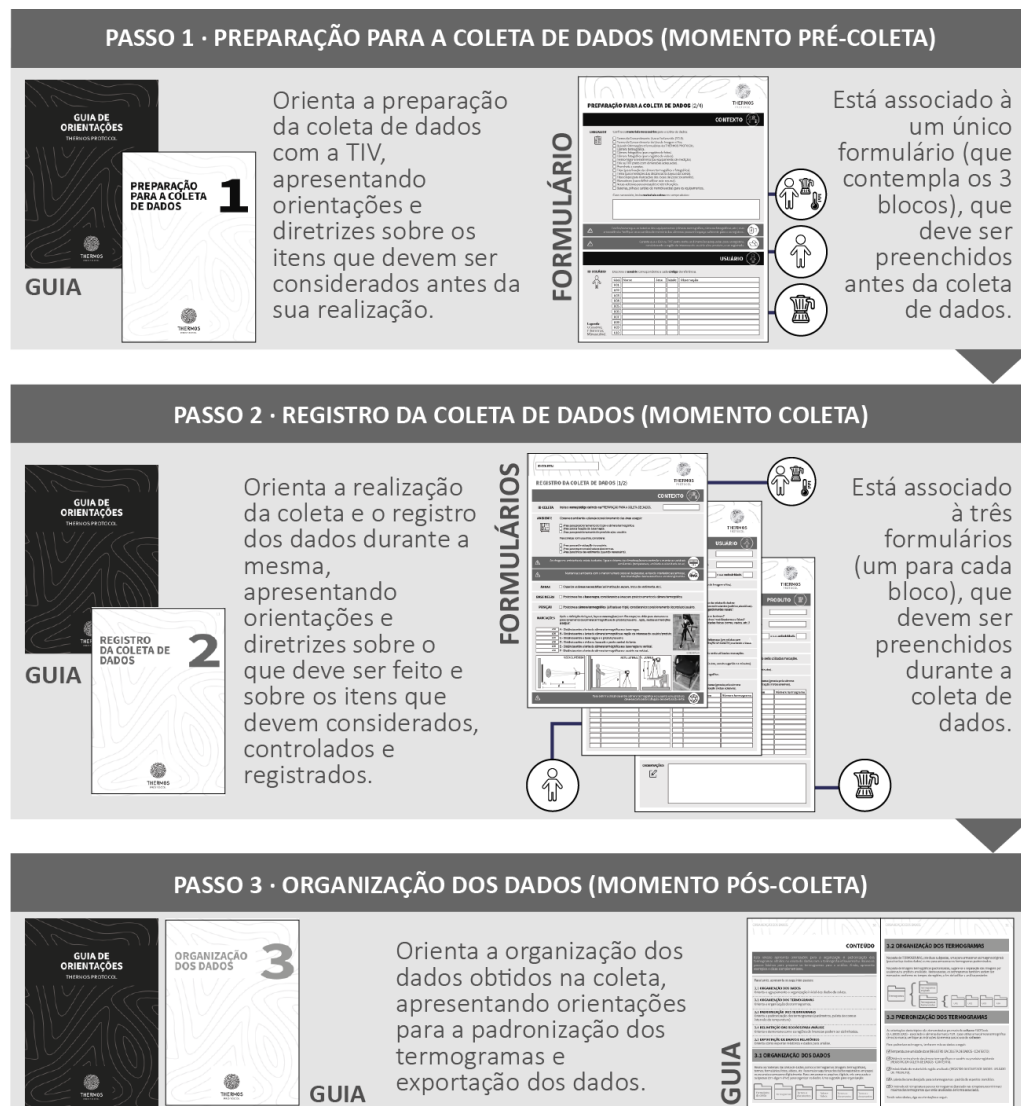
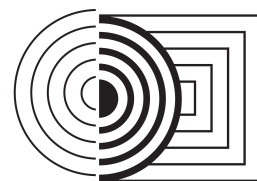


Figura 2 – Apresentação dos passos, orientações e formulários correspondentes



Fonte: FORCELINI (2019)

Os formulários apresentam itens e orientações sobre o que deve ser executado, disponibilizando campos para o preenchimento dos dados obtidos. Apresentam a mesma sequência de itens do Guia de Orientações, a fim de auxiliar na consulta das informações durante o processo.



2.1 Passo 1 - Momento Pré-coleta

O Passo 1 – Preparação para a coleta de dados tem como objetivo orientar a preparação da coleta de dados, apresentando orientações e diretrizes sobre os aspectos que devem ser considerados antes da coleta. Aborda os itens relevantes da preparação da coleta e exemplifica como o formulário correspondente deve ser preenchido. O Guia e o formulário desse passo contemplam os seguintes blocos e itens:

- **Dados da coleta:** ID coleta, projeto, objetivo, responsável, equipe e equipamento;
- **Programação da coleta:** se contempla usuário e/ou produto, número da amostra, data, hora, local e observações.
- **Contexto:** *checklist*;
- **Usuário:** ID usuário, região de interesse, orientações, vestimenta, tarefa, tempos para registros e termos.
- **Produto:** ID produto, região de interesse, tarefa e tempos para registro.

Este passo está associado à um único formulário (com o mesmo nome), o qual aborda informações sobre os três blocos de referência (contexto, usuário e produto) e deve ser preenchimento antes da coleta de dados. Possui quatro páginas.

2.2 Passo 2 - Momento Coleta

O Passo 2 – Registro da Coleta de Dados tem como objetivo orientar a coleta e o registro dos seus dados, apresentando orientações e diretrizes sobre os itens que devem ser considerados durante a coleta. Para isso, compreende três formulários independentes para registro dos dados, um para cada bloco de referência. O Guia e o formulário desse passo contemplam os seguintes blocos (contexto, usuário e produto) e itens:

- **Contexto:** ID coleta, ambiente, áreas, base negra, posição, marcações, fotos e vídeos, condições climáticas e layout;
- **Usuário:** ID coleta; ID usuário, emissividade, termos, orientações, vestimenta, marcações, aclimatização, posição e termogramas.
- **Produto:** ID coleta; ID produto, emissividade, posição, marcações, aclimatização e termogramas.



Este passo compreende três formulários. O formulário do contexto possui um total de duas páginas, o do usuário e do produto possuem uma página cada. Ressalta-se que se deve utilizar: um formulário para cada coleta; e um formulário de usuário para cada usuário analisado e; um formulário de produto para cada produto analisado.

2.3 Passo 3 - Momento Pós Coleta

O Passo 3 – Organização dos dados tem como objetivo orientar a organização dos dados coletados, preparando-os para a análise. Para tanto, apresenta a seguinte sequência de itens:

- **Organização dos dados:** orienta como organizar e agrupar dados;
- **Organização dos termogramas:** orienta como organizar, agrupar e importar os termogramas para o *software*;
- **Padronização dos termogramas:** orienta como inserir parâmetros, definir paleta de cores e estabelecer o intervalo de temperatura;
- **Delimitação das regiões para análise:** orienta como delimitar as regiões de interesse para a análise e exportação dos dados;
- **Exportação de dados e relatórios:** orienta a exportação dos dados.

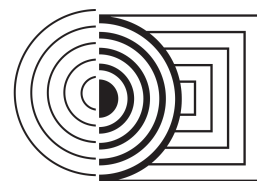
Apresenta exemplos, dicas complementares e instruções de como utilizar o *software* FLIR Tools, associado às câmeras termográficas da marca FLIR.

3. Procedimentos metodológicos

Este artigo possui natureza aplicada que, como o próprio nome indica, caracteriza-se por seu interesse prático, apresentando resultados que podem ser utilizados na solução de problemas reais (MARCONI; LAKATOS, 2007). Sua abordagem é qualitativa e seus objetivos são descritivos e explicativos, visto que pretende apresentar o Thermos Protocol, descrevendo suas características e contribuições para a coleta de dados com a TIV. Para tanto, este trabalho foi dividido em três etapas, descritas a seguir:

A **etapa 1 - Descrição do Thermos Protocol** contemplou a descrição do protocolo na seção 2 deste artigo, apresentando suas características gerais, seus objetivos e momentos de uso. Foi apresentada a sua estrutura, destacando seus passos e itens.

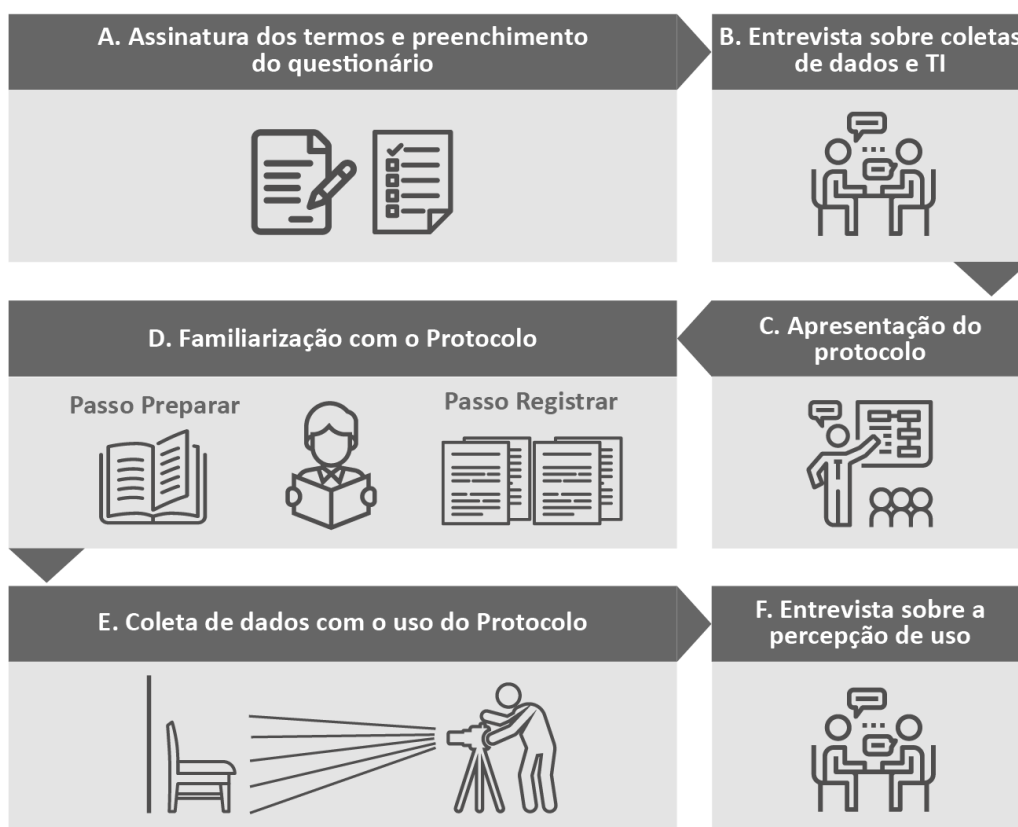
A **etapa 2 - Apresentação de percepções de uso do Thermos Protocol** contemplou a apresentação das percepções gerais dos quatro participantes do teste de uso do protocolo, sendo 2 mulheres e 2 homens, com idades entre 23 e 51 anos e formações em níveis variados -



1 aluno de graduação em Design, 1 de mestrado em Design e 2 docentes, um do campo do Design e outro da Terapia Ocupacional. Apenas um dos participantes possuía experiência significativa com coletas de dados termográficos. Os demais possuíam pouco ou nenhum conhecimento sobre a TIV.

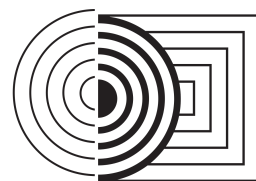
Os procedimentos do teste de uso do protocolo seguiram a sistemática apresentada na Figura 3. Durante todo processo do teste, os participantes foram orientados a relatar qualquer constatação ou dúvida sobre o protocolo. Além disso, o pesquisador realizou observações assistemáticas e anotações sobre suas percepções quanto ao entendimento e uso do protocolo.

Figura 3 – Procedimento de coleta de dados



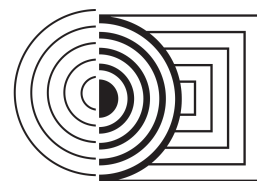
Fonte: FORCELINI (2019)

Por fim, a **etapa 3 - Identificação das contribuições do Thermos Protocol** identificou as suas contribuições para o processo de coleta de dados com a TIV e aplicação no processo de desenvolvimento de produtos, baseando-se nas percepções relatadas pelos participantes e nas



18^o ERGODESIGN
& USIHC **2022**

observações do pesquisador. O resultado da etapa 2 e 3 são apresentadas na próxima seção deste artigo – resultados e discussões.



4. Resultados e discussões

A partir da realização dos testes de uso do protocolo, as percepções dos participantes demonstraram que os passos de preparação da coleta e coleta possuem linguagem clara e de fácil compreensão. Os participantes concordaram que os materiais apresentam informações suficientes para a execução de uma coleta termográfica e permitem a compreensão do processo como um todo. Porém, ressaltaram dúvidas em relação a alguns códigos utilizados, como o que se refere aos tempos para registro, os quais foram melhor explicados na versão final.

Avaliado como um instrumento prático e intuitivo, o protocolo auxiliou na **sistematização da coleta**, desde o preparo até o registro dos dados coletados. Os relatos indicam que o protocolo guia o passo a passo da coleta, permitindo que ela seja realizada de maneira planejada, fluida e ágil. Para Hsuan-An (2017) toda atividade complexa exige um processo sistemático, com uma sequência de ações, passos, operações e etapas para sua concretização. O autor ressalta a importância de um plano de execução para a obtenção de resultados positivos e para a prevenção de falhas. Segundo Rozenfeld (2006), essa sequência de passos para se atingir a um objetivo é uma característica intrínseca aos métodos.

Outro aspecto importante para a sistematização refere-se à organização das informações nos blocos de referência - contexto, usuário e produto, os quais foram representados por ícones, segmentando as informações (Figura 4). Ou seja, destaca-se a importância da representação icônica, que se caracteriza pelo uso de imagens pictóricas para facilitar o processo de encontrar, reconhecer e memorizar ações, objetos e contextos (LIDWELL; HOLDEN; BUTLER, 2010).

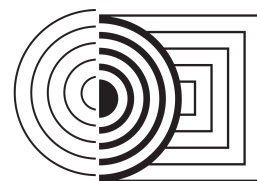


Figura 4 – Blocos de referência e seus ícones.



Fonte: a autora

Sobre a correlação do Guia e dos Formulários, houveram diferentes percepções, algumas destacando a facilidade da correlação e a importância do uso dos ícones de identificação dos blocos de referência (Figura 4), e outras enfatizando que esta correlação poderia ter elementos de conexão mais evidentes, como o uso de cores para a distinção dos itens.

Nesse sentido, para evitar contratempos nesta correlação, foram adotados distintos tons para distinguir os passos e conectá-los aos formulários correspondentes (Figura 5). Esta alteração também visou facilitar a identificação da ordem de preenchimento dos formulários, outra dificuldade relatada. Segundo Lidwell, Holden e Butler (2010), elementos conectados por propriedades visuais uniformes, como cor, são percebidos como mais relacionados.

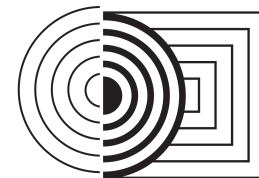


Figura 5 – Diferenciação dos formulários por tons.

PREPARAÇÃO PARA A COLETA DE DADOS - PRÉ-COLETA (4/4)

PRODUTO

ID PRODUTO: Descreva o produto com o nome e o código de referência.

Cód.	Descrição	Cód.	Descrição
P01		P06	
P02		P07	
P03		P08	
P04		P09	
P05		P10	

Legenda: P (produto).

REGIÃO DE INTERESSE

Defina a região de interesse para o registro termográfico do produto e a indique em um esboço ou fotografia.

Exemplo:

TAREFA

Caso necessário, descreva a tarefa a ser realizada com o produto para a coleta de dados.

TEMPOS PARA REGISTROS

Descreva as condições para os registros termográficos e associe a um código (distância e tempo).

Nº	Descrição das condições para o registro	Tempo
01	Produto em repouso, ambiente de 25°C (25 min, 10s).	
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		

REGISTRO DA COLETA DE DADOS - COLETA (1/2)

CONTEXTO

ID COLETA: Insira o nome/código de identificação da COLETA.

AMBIENTE

Observe o ambiente e planeje o posicionamento das áreas a seguir:

- ☐ Área para posicionamento do tripé e câmera termográfica.
- ☐ Área para o fixador da base negra.
- ☐ Área para posicionamento do produto e/ou usuário.

Nas coletas com usuários, considere:

- ☐ Área para acionamento do usuário.
- ☐ Área para respirar e assinar a dos termos.
- ☐ Área para troca de elementos (quando necessário).

ÁREAS

☐ Organize as áreas necessárias (ad. marcação, espessa, placa de vestimenta, etc.).

BASE NEGRA

☐ Posicione o fixador da base negra, sobre o ponto de apoio para posicionamento da câmera termográfica.

POSIÇÃO

☐ Posicione a câmera termográfica de modo a captar o produto e/ou usuário. Posicione a lente da câmera para a área do objeto registrado, para facilitar a reprodução deste posicionamento.

MARCAÇÕES

Após a definição do layout, faça as marcações com fita adesiva no chão para marcar o posicionamento da câmera termográfica e do produto/usuário. Após, realize as medições a seguir:

- A - Distância entre a lente da câmera termográfica e a base negra.
- B - Distância entre a lente da câmera termográfica e o ponto de interesse do usuário/produto.
- C - Distância entre a base negra e o produto/usuário.
- D - Distância entre o chão ou base e o ponto central da lente.
- E - Distância entre a lente da câmera termográfica e a base negra na vertical.
- F - Distância entre a lente da câmera termográfica e o usuário na vertical.

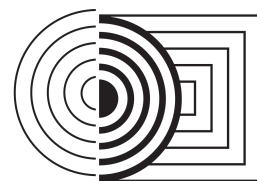
Exemplo:

Fonte: a autora

O uso de diferentes tons também pode auxiliar no entendimento da ordem de uso dos formulários e na conexão entre eles. Um participante destacou que por serem folhas separadas, poderiam gerar uma confusão em relação a ordem a ser seguida, sugerindo alguma forma de mantê-las associadas. Porém, afirmou que após algumas aplicações, o uso seria natural. Sobre os campos, os participantes destacaram que são suficientes para o registro dos dados.

De modo geral, os formulários demonstraram possuir uma estrutura satisfatória, possibilitando que todos os participantes conseguissem realizar o registro dos dados previstos. Os itens e campos pré-definidos tornaram a coleta mais completa e confiável, visto que os participantes destacaram que sem os mesmos não teriam registrado todos os dados.

Os formulários foram eficazes para guiar a coleta e o registro dos dados, lembrando dos itens necessários e apresentando campos com dimensões adequadas para os registros. Ou seja, o protocolo oportuniza o **registro de dados essenciais** para a análise termográfica. Diante disso,



corroborar-se que resultados satisfatórios podem ser obtidos a partir da lembrança e utilização de dados e informações básicos, da determinação de uma sequência de ações e da consideração de elementos e fatores essenciais (HSUAN-AN, 2017).

Além disso, ao oportunizar o registro organizado dos dados, estes geram um importante histórico, que pode ser consultado ao longo do projeto. Organização, segundo Hsuan-An (2017), é algo fundamental para que os dados e informações possam ser utilizados da melhor forma, aperfeiçoando o projeto. Não obstante, Amorim e Guimarães (2006) destacam que a falta de organização e a dificuldade de acesso ocasiona perda de dados, gerando instabilidade, insegurança e perda de produtividade.

Os participantes destacam que essa documentação é essencial para a análise e que facilita o acesso aos dados. Um dos participantes apontou que se fosse realizar a coleta sem o protocolo, anotaria os dados em um papel e provavelmente ficaria confuso posteriormente. Ou seja, a documentação gerada facilita o acesso aos dados e evita perdas no decorrer do processo.

De modo geral, os participantes concordaram que os formulários auxiliam na organização da coleta. Sobre o formulário de preparação, destacou-se que este ajudou na organização da equipe, devido a divisão das funções. Com relação ao de registro da coleta, os participantes explicaram que este guia o processo para que nada seja esquecido, lembrando dos itens a serem considerados e anotados. Um participante destacou ainda que, devido os formulários estarem separados, podem ser divididos entre os membros da equipe.

Segundo os participantes, o protocolo trouxe dados que auxiliam na coleta, enfatizando o auxílio para o posicionamento e marcações dos elementos (Figura 6) e a relevância do *checklist* de materiais necessários para a coleta. Para um dos participantes, as imagens orientando as medições e marcações das distâncias foram informações cruciais, visto que sanaram sua dúvida sobre qual seria a distância a ser medida entre o objeto e a base negra.

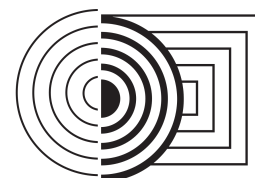


Figura 6 – Detalhamento do item marcações (formulário contexto)

MARCAÇÕES Após a definição do layout, faça as **marcações** (com fita crepe) no chão para demarcar o posicionamento da câmera termográfica e do produto/usuário. . Após, realize as medições a seguir:

cm	A - Distância entre a lente da câmera termográfica e a base negra.
cm	B - Distância entre a lente da câmera termográfica e região de interesse do usuário/produto.
cm	C - Distância entre a base negra e o produto/usuário.
cm	D - Distância entre o chão ou base até o ponto central da lente.
cm	E - Distância entre a lente da câmera termográfica e a base negra na vertical.
cm	F - Distância entre a lente da câmera termográfica e o usuário na vertical.

VISTA SUPERIOR **VISTA LATERAL** **V. LATERAL**

EXEMPLO

Para definir a distância entre câmera termográfica e o usuário e/ou produto, deve-se considerar o ângulo de abertura da lente.

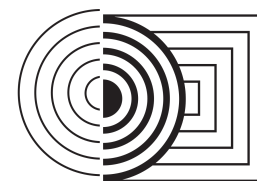
Fonte: Fonte: a autora

No entanto, apesar da percepção geral positiva sobre o uso do protocolo, os participantes ressaltaram pontos a serem enfatizados, como a marcação da posição dos elementos feita com a fita (Figura 6) e as explicações sobre os códigos utilizados.

Houve um consenso sobre o auxílio do protocolo na coleta de dados sobre o produto, o usuário e o contexto, bem como na tomada de decisão durante a coleta. Neste sentido, foi relatado que o protocolo ajudou no momento da indecisão, apresentando um passo a passo com orientações necessárias para a realização da coleta.

Em relação a **conservação do rigor e replicabilidade**, o protocolo apresentou resultados satisfatórios, tanto pela coleta dos dados essenciais, como pelo rigor proposto pelos passos, orientações e parâmetro. Respeitando as orientações propostas, é possível realizar uma coleta termográfica com rigor científico, permitindo replicabilidade e confiabilidade dos dados gerados. Conforme destaca Rozenfeld (2006), para se atingir o objetivo de um método, deve-se seguir os passos que o mesmo propõe.

De acordo com Cipiniuk e Portinari (2006), um método é constituído por procedimentos racionais, explícitos e sistemáticos, que são postos em prática para se alcançar resultados concretos. Portanto, acredita-se que considerando os itens e orientações propostos e seguindo os passos com rigor, pode-se obter resultados concretos e verdadeiros.



Métodos criteriosos são exigidos pela comunidade científica, visando a reprodutibilidade das pesquisas. Portanto, esforços de padronização são necessários para a geração de resultados que possam ser comparados e/ou repetidos, criando uma base de conhecimentos sobre um determinado campo (MERLETTI; PARKER, 2004). No entanto, ressalta-se que estes procedimentos podem ser revisados, validados e aperfeiçoados a partir de devolutivas de usuários e de aplicações em diferentes contextos (BEST, 2012).

Em relação ao uso do protocolo, os participantes concordaram que os passos guiam a coleta de forma fácil e ágil, oferecendo maior segurança. Um dos participantes destacou que a dificuldade no uso é algo normal por se tratar do primeiro contato com um protocolo desconhecido. No entanto, este destacou que se fosse utilizar novamente o instrumento, já teria sanado a maior parte das suas dúvidas, tornando o uso mais fácil.

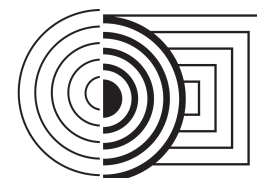
Por fim, diante das contribuições apresentadas, acredita-se que o protocolo pode **facilitar e ampliar o uso da termografia como um recurso auxiliar no desenvolvimento de projetos mais satisfatórios e adequados aos usuários**. No contexto do design, as coletas termográficas podem ser utilizadas para: avaliar produtos e usuários; verificar relações entre produto-usuário; identificar desconfortos; entender o comportamento de estruturas e materiais; diagnosticar problemas de projeto e; avaliar alternativas.

O protocolo pode auxiliar no nível operacional, minimizando os desafios do desenvolvimento de produtos, como a dificuldade de tomar decisões, a manipulação de um grande volume de informações, o gerenciamento de várias fontes de informações e a multiplicidade de requisitos a serem atendidos (ROZENFELD, 2006).

5. Conclusões

A partir das percepções de uso apresentadas neste artigo, destaca-se que o Thermos Protocol pode auxiliar na sistematização do processo de coleta de dados termográficos, orientando todos os seus momentos - Pré-coleta, Coleta e Pós coleta. Este protocolo apresenta diretrizes para orientar a preparação da coleta, o registro de dados durante a coleta e análise dos dados coletados. Deste modo, contribui para: (1) a sistematização da coleta termográfica; (2) o registro de dados essenciais; (3) a conservação do rigor e da replicabilidade; (4) o processo de desenvolvimento de soluções mais satisfatórias.

O rigor proposto para a coleta de dados termográficos possibilita resultados que podem ser comparados e/ou repetidos, estabelecendo uma base de conhecimentos para a área da Termografia Infravermelha (TIV) e do Desenvolvimento de Projetos de Produtos. Ao sistematizar o processo de coleta de dados com a TIV, o protocolo também contribui para a obtenção de dados confiáveis que podem ser utilizados no desenvolvimento de soluções mais seguras,



confortáveis e eficientes. Assim, apresenta vantagens tanto aos usuários, quanto às equipes de projeto, que podem se sentir mais seguras sobre os resultados gerados.

De modo geral, as percepções de uso do protocolo foram positivas. Os participantes afirmaram que o mesmo auxiliou na sistematização da preparação e registro de dados da coleta, orientando e organizando o processo, destacando sua importância para o rigor da coleta. Porém, foram ressaltados pontos a serem enfatizados ou melhorados. Destaca-se a importância da realização de testes de usabilidade, os quais possibilitaram a compreensão sobre os elementos que se apresentavam de forma clara e os que geravam algum tipo de confusão ou ambiguidade. Diante disso, modificações puderam ser realizadas para aperfeiçoar o protocolo e facilitar sua aplicação.

Ainda no que tange os testes realizados, destaca-se a importância da inclusão de usuários com e sem experiências prévias com o objeto de estudo. Essa abordagem nos permite compreender dificuldades que diferentes perfis de usuário podem enfrentar. As percepções obtidas revelam que profissionais mais experientes tem maior conhecimento e contato com protocolos, o que faz com que foquem em detalhes mais específicos. Em contraste a estes, leigos demonstram maiores dúvidas em relação terminologias e orientações gerais.

Como futuros estudos, pretende-se: disseminar o Thermos Protocol de forma teórica e prática, por meio da sua aplicação em diferentes contextos de projeto; implementar melhorias, adaptando-o às diferentes demandas e especificidades; validar o protocolo como conjunto de orientações e diretrizes para auxiliar na coleta de dados com a termografia infravermelha em diferentes áreas e, por fim; incorporá-lo às metodologias de desenvolvimento de projetos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-graduação em Design da UFSC (PósDesign/UFSC), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP/UFSC), ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD-LDU/UFSC), à Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e a todos os envolvidos direta ou indiretamente no desenvolvimento do protocolo.



6. Referências Bibliográficas

- AMORIM, Sérgio R. L.; GUIMARÃES, Isabela B. Gestão da informação e competência em processo de projeto. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.48-58, 29 set. 2006. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50892>. Acesso em: 28 dez. 2020.
- BEST, Kathryn. **Fundamentos da gestão do design**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BRIOSCHI, Marcos L.; MACEDO, José F; MACEDO, Rodrigo de A. C. Termometria cutânea: novos conceitos. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 2, p. 151-60, 2003.
- CERDEIRA, Fernando *et al.* Applicability of infrared thermography to the study of the behaviour of stone panels as building envelopes. *Energy and Buildings*, v. 43, n. 8, p. 1845-1851, 2011.
- CIPINIUK, Alberto; PORTINARI, Denise. **Sobre métodos de design**. In: COELHO, Luiz A. (Org.). *Design método*. Rio de Janeiro: Novas Ideias, 2006. p. 17-38.
- FORCELINI, Franciele; MERINO, Giselle S. A. D. **Thermos Protocol**. Florianópolis: NGD/UFSC, 2019. Disponível em: www.ngd.ufsc.br/thermos-protocol/. Acesso em: 15 set. 2021.
- FORCELINI, Franciele. **Termografia infravermelha aplicada ao Design**: protocolo de coleta de dados termográficos para o desenvolvimento de projetos. (Mestrado Dissertação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- FORCELINI, Franciele; VARNIER, Thiago; MERINO, Eugenio A. D. Termografia Infravermelha e Captura de Movimentos: vantagens e desvantagens no desenvolvimento de projetos. In: **13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, Joinville, 2019. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/termografia-infravermelha-e-captura-d-e-movimentos-vantagens-e-desvantagens-no-desenvolvimento-de-projetos-30138>. Acesso em: 15 set. 2021.
- GABRIEL, Joaquim *et al.* **Termografia**: imagem médica e síndromes dolorosas. Lisboa: Lidel, 2016.
- HOLST, Gerald C. **Common sense approach to thermal imaging**. Washington, DC, USA: SPIE Optical Engineering Press, 2000.
- HSUAN-AN, Tai. **Design**: conceitos e métodos. São Paulo: Blucher, 2017.
- LIDWELL, William; HOLDEN, Kritina; BUTLER, Jill. **Princípios universais do design**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2007.



MERLETTI, Roberto; PARKER, Philip J. (Ed.). **Electromyography**: physiology, engineering, and non-invasive applications. John Wiley & Sons, 2004.

MEOLA, Carosena; BOCCARDI, Simone; CARLOMAGNO, Giovanni Maria (Ed.). **Infrared Thermography in the Evaluation of Aerospace Composite Materials**: Infrared Thermography to Composites. Duxford: Woodhead Publishing, 2017.

MERINO, Eugenio A. D. et al. O uso da instrumentação tecnológica em projetos de tecnologia assistiva: captura de movimentos e termografia infravermelha. **Human Factors In Design**, Florianópolis, v. 7, n. 14, p. 95-113, dez. 2018. Disponível em: <http://periodicos.udesc.br/index.php/hfd/article/view/2316796307142018095/8991>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MERINO, Giselle S. A. D. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos**: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. Florianópolis: NGD/UFSC, 2016. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>. Acesso em: 28 maio 2017.

MOBLEY, R. Keith. **An introduction to predictive maintenance**. 1. ed. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2002.

MONTERO, José Ramón González. **Um estudo sobre a possibilidade do uso de imagens infravermelhas na análise de nódulos de tireoide**. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <http://www2.ic.uff.br/PosGraduacao/Dissertacoes/782.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.

SALES, Rosemary B. C. *et al.* Concrete Study Using Infrared Thermography and Forced Resonant Frequency. **Advanced Materials Research**, [s.l.], v. 168-170, p.778-786, dez. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.168-170.778>. Acesso em: 05 ago. 2021.

ROZENFELD, Henrique *et al.* **Gestão do desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SILVA, Júlio César R. P.; MIRA, Maria do R. G. Termografia: ferramenta auxiliar na pesquisa de materiais e no design de produtos. **Libro de Actas - Systems & Design: Beyond Processes and Thinking** (IFDP - SD2016), [s.l.], p.377-391, 22 jun. 2016. Universitat Politècnica València. <http://dx.doi.org/10.4995/ifdp.2016.3651>. Disponível em: <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/IFDP/IFDP/paper/viewFile/3651/2097>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SILVA, Júlio César R. P. da; TARALLI, Cibele H.; MELZ, Simone P. M. Termograma: A imagem térmica como instrumento de diagnóstico rápido no design. In: Fourth International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for innovation. **Anais...** Florianópolis, SC, Brasil: 2015. Disponível em: <http://janainaramos.com.br/idemi2015/anais/02/143332.pdf>. Acesso em: 14 set. 2021.