

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE UMA PLATAFORMA EXPERIMENTAL DE CICLAGEM PARA ANÁLISES TÉRMICAS

Alysson Domingos Silvestre, alysson.silvestre@caruaru.ifpe.edu.br¹

Jose Marques B. Sobrinho, josemarquesbasilio@gmail.com¹

Felipe Silva Lima, felipe.silva.lima@estudantes.ufpb.br¹

Cicero da Rocha Souto, cicerosouto@cear.ufpb.br¹

¹ Federal University of Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900

Resumo: Módulos termoeletrônicos ou módulos Peltier podem funcionar como bombas de calor promovendo fluxo térmico em suas faces conforme a aplicação de corrente elétrica. O efeito peltier profere a linearidade entre transferência de calor e corrente elétrica aplicada, sendo o módulo um aparato de comportamento potencialmente ideal aos estudos de efeito das trocas térmicas. Desta feita, o objetivo deste trabalho é desenvolvimento de uma plataforma experimental de testes, capaz de realizar análises por meio de ciclagem entre -20°C e 100°C em amostras metálicas. O equipamento projetado, construído e testado, apresentou características potencialmente positivas, para estudos de efeitos de trocas térmicas, capaz de submeter uma amostra metálica a uma ciclagem térmica controlada. Com a implantação de uma plataforma de instrumentação eletrônica, foi possível monitorar em tempo real a corrente elétrica, a tensão elétrica e as curvas de temperatura em diferentes pontos da superfície do módulo termoeletrônico, encontrando gradientes de temperatura. Também foi possível aplicar controle às variações em degrau e em rampas, bem como, tempo de subida e taxa de variação dos ciclos térmicos, aplicados nas amostras testadas. Os testes foram realizados com um módulo termoeletrônico, com e sem amostras na superfície do mesmo. Do ponto de vista prático, o presente trabalho promove um equipamento que possui características físicas compactas, leves, com baixo ruído e pode ser aplicado em estudos de caracterização térmica de diferentes tamanhos e geometria de amostras, conforme testadas. A utilização desse aparato, para análises térmicas, viabiliza e torna possível, em trabalhos futuros, o processo comparativamente aos métodos tradicionalmente empregados como o DSC.

Palavras-chave: Ciclagem, Análises Térmicas, Ensaios, Controle.

1. INTRODUÇÃO

O efeito Peltier foi descoberto em 1834 por Jean C. A. Peltier, e o princípio de funcionamento é dado pela geração de um gradiente de temperatura quando uma junção de dois materiais distintos é percorrida por uma corrente elétrica. Dentre os materiais utilizados os semicondutores (junções P-N) apresentam uma melhor relação entre condutividade térmica e elétrica, sendo esta uma figura de mérito para a eficiência deste efeito. E este efeito se eleva através de conexões entre várias junções de semicondutores, de forma que estejam dispostas eletricamente em série e termicamente em paralelo, formando os que são conhecidos por módulos Peltier, conforme figura, (NIELSEN, 1960; MAXIMILIAN, 2015). Um módulo termoeletrônico ou Peltier caracteriza-se, estruturalmente, como uma placa plana com habilidade para gerar uma superfície mais fria em oposição à outra superfície mais quente, a custos de passagem de corrente, cujo sentido definirá o lado a ser aquecido ou resfriado. Em uma face de um módulo Peltier o calor é rejeitado e na outra o calor é absorvido, e este processo é termicamente reversível, isso provém do fato de que quando uma corrente elétrica é percorrida pelo módulo, e atravessa uma junção, há um ganho e perda de energia cinética, onde há uma maior dopagem em uma das faces e menor na outra. Essa taxa de transferência de calor é proporcional a corrente elétrica, e a uma constante que depende do material (MAXIMILIAN, 2015). O princípio Peltier estabelece que a corrente elétrica aplicada ao módulo termoeletrônico é proporcional à taxa de transferência de calor e não à temperatura, colocando em questão a metodologia invariavelmente utilizada de uso da corrente para definição da temperatura.

Os refrigeradores termoeletrônicos apresentam sua maior vantagem justamente pela flexibilidade, pois embora atinjam seu coeficiente de desempenho máximo apenas quando operados com uma carga térmica específica, o desempenho não cai desastrosamente se essas condições variam. Embora pouco empregado no condicionamento de ar, devido ao baixo desempenho, torna-se economicamente competitivo se as aplicações implicarem em carga térmica largamente variável, ou necessidade de alta precisão no controle das temperaturas. Devido a essa flexibilidade, um refrigerador termoeletrônico

pode operar em conjunto com sistema de controle proporcional, podendo assim manter ambientes em temperaturas altamente equilibradas. Outras vantagens da refrigeração termoeétrica são a operação silenciosa, o tamanho compacto e a segurança ambiental, devido à inexistência de partes móveis ou gases que sejam dispensados poluindo o meio ambiente, funcionamento em condições adversas como em qualquer disposição ou no vácuo e a vida útil extremamente longa desde que sejam tomados os devidos cuidados no projeto e construção do sistema. A maior aplicação de refrigeração termoeétrica tem sido em instrumentos científicos, além dos refrigeradores de água, sistemas de condicionamento de ar em automóveis e outros.

As técnicas de análise térmica tradicionais consistem em submeter a amostra a uma programação controlada de temperatura enquanto registra-se uma propriedade física específica em função da temperatura. Frequentemente são empregadas a Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC = *Differential Scanning Calorimetry*), Análise TermoMecânica (TMA = *Thermal Mechanical Analysis*), Análise Térmica Dinâmico-Mecânica (DMTA = *Dynamic Mechanical Thermal Analysis*). Estes métodos de análise térmica fornecem resultados na forma de curvas, que contêm informações a respeito da variação do parâmetro medido. Recentemente uma técnica fotopiroelétrica tem sido utilizada para caracterização térmica completa de materiais, incluindo alimentos como margarina (DELGADILLO-HOLTFORT et al., 2004). Logo, esse trabalho trata-se apenas do desenvolvimento de um equipamento experimental para testes, capaz de submeter amostras de materiais metálicos a ciclagem térmica, não monitorando, no momento, as propriedades físicas da amostra. Foi analisado nesse trabalho o projeto e caracterização do equipamento para estudos de efeitos térmicos, sendo capaz de monitorar em tempo real a corrente elétrica, tensão elétrica e curvas de temperatura em diferentes pontos da superfície do módulo termoeletrico, também foi possível aplicar controle as variações em degrau e em rampas, em como, tempo de subida e taxa de variação dos ciclos térmicos, aplicados nas amostras testadas. A figura 1, apresenta o princípio de funcionamento de uma célula de Peltier.

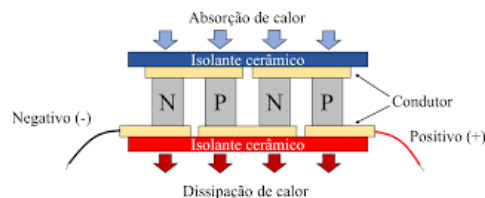


Figura. 1- Representação esquemática de uma célula de Peltier.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho possui caráter técnico experimental foi totalmente realizado no Laboratório de Sistemas e Estruturas Ativas (LASEA) no Cear/UFPB. O mesmo possui no projeto, construção, testes e validação de um equipamento para análises térmicas por meio de ciclagem entre -20°C a 100°C. O dispositivo projetado e desenvolvido tem como principal objetivo proporcionar uma ciclagem térmica controlada as amostras, que possui volumes relativamente pequenos se comparado a células de *peltier* utilizadas. Capaz de fornecer conforme desejado, a máquina térmica é constituída por células termoeletricas de efeito Peltier, radiador, bomba e trocador de calor para promover o controle de temperatura. Os citados equipamentos formam o sistema de arrefecimento que possibilita o fluxo do fluido, facilitando a troca de calor da face quente da célula termoeletrica com o ambiente.

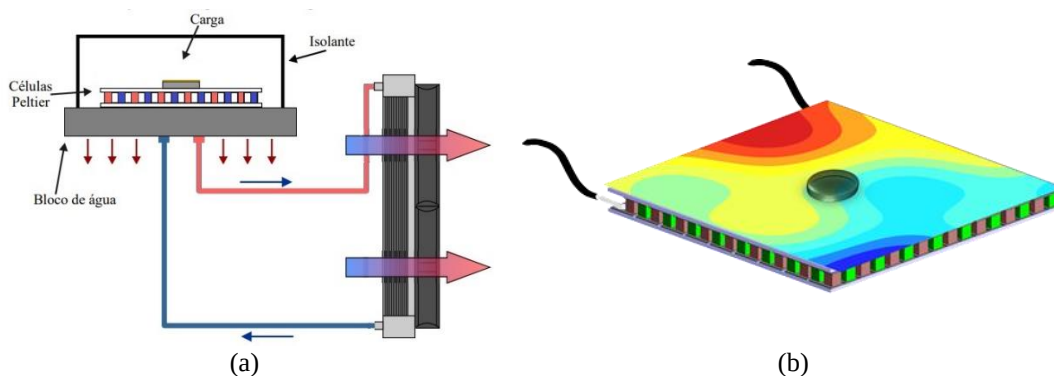


Figura 2 – (a) Conceção da Máquina Térmica; (b) Célula Termoeletrica Acomodando a Amostra e o Gradiente de Temperatura

O gradiente que o módulo consegue gerar depende fortemente da temperatura na face quente, desta forma é importante que o sistema de resfriamento consiga manter essa temperatura constante e a face fria seja controlável adequadamente. Caso contrário é necessário um sistema de controle mais sofisticado para prever essa variação (SARMENTO,

2016). Dessa forma, é possível gerar o máximo de uniformidade na distribuição de temperatura na amostra, pois a existência de gradientes de temperaturas pode gerar transformações de fases de forma heterogeneia, de modo que a troca de calor entre a carga e a célula termoeétrica ocorre por condução. Foi montado no equipamento, uma célula termoeétrica de efeito de *Peltier*, conforme podem ser observadas na figura 2. A figura 2(a) e (b) apresentam o diagrama de funcionamento do equipamento e a acomodação da carga térmica (amostra) na superfície da célula termoeétrica, respectivamente.

2.1. CONTROLE, INSTRUMENTAÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS

Foi implementado um sistema de controle capaz de atender os requisitos de temperatura necessário para as heteroestruturas. Os pré-requisitos dessa aplicação são: entrada em rampa com taxa de 10 °C/min e erro em regime permanente nulo e a entrada em degrau unitário. A construção de um sinal digital em rampa pode ser descrito como pequenos degraus em função da constante de tempo do sistema, considerando a linearidade. Tratando-se de um sistema SISO (Single-Input-Single-Output), foi utilizado como um único atuador as células termoeétricas. Logo, a tensão de saída analógica da placa de aquisição (VM – variável manipulada), será sinal de controle para ambos os módulos termoeétricos, assim também sendo, a temperatura na carga (heteroestrutura), a (V_C) variável controlada. Por ser considerada de primeira ordem com atraso de transporte, a função transferência pode ser descrito conforme a equação 1 abaixo, onde V_0 , K_0 e T_0 são respectivamente, o polo, uma constante e o atraso de transporte.

$$G_0(s) = \frac{K_0 e^{-s \cdot \tau_0}}{V_0 + 1} \quad 1$$

O diagrama de blocos de malha fechada, na figura 3, representa o sistema de controle implementado. A temperatura de referência é representada por $T_r(s)$, a temperatura na carga por $T_c(s)$, a variável manipulada por $V(s)$, a função transferência da planta (Módulo termoeétrico) por $G_0(s)$ e a função transferência do controlador é $G_c(s)$.

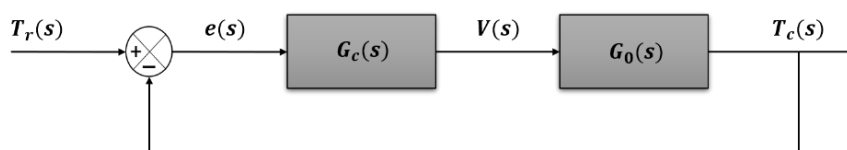


Figura 3 - Diagrama de Blocos do Sistema de Controle implementado.

A implementação do controlador tornou-se simples, pelo fato de que os sistemas térmicos convencionais são mais lentos, logo necessitando de uma frequência de amostragem mais baixa. O controlador PID foi implementado no software LabView®, onde T_d é ação derivativa, T_i é a ação integral, ambos em dados em minutos, e o K_c é o ganho proporcional. Para cálculo dos parâmetros do controlador foi utilizado a técnica de *Ziegler-Nichols* e o método da curva de reação. Nesse método, que é muito utilizado em sistemas de primeira ordem, aplica-se um degrau na entrada e a partir da resposta em malha aberta, é possível obter os valores dos ganhos. A tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros em função dos dados obtidos na curva de resposta. Para $R=A/\tau$, que indica a variação de saída sobre a variação de entrada sobre a constante de tempo L .

Tabela 1 – Sintonia de Controladores por Ziegler - Nichols

K_c	$1,2/RL$
T_i	$2L$
T_d	$0,5L$

Após encontrados os parâmetros, alguns pequenos ajustes são realizados para alcançar o desempenho do controlador desejado, pelo fato do método ser empírico e a inserção das amostras na planta a ser controlada.

Para a interface de comunicação eletrônica entre o computador e os módulos termoeétricos foi utilizado uma ESP8266 para gerar o PWM e circuitos em ponte H, chamado de IBT_2, a qual possui um chip BTS7960, compatível com correntes elevadas. A IBT_2 possui um circuito eletrônico composto por quatro transistores acionados por um microcontrolador, conforme, representado na figura 4. O microcontrolador recebe dois sinais digitais de controle modulados por largura de pulso (PWM, do inglês *Pulse Width Modulation*), cada um representando um sentido de alimentação da carga. Conforme manual do fabricante, só deve ser atribuído um sinal positivo ao sistema, enquanto o outro deve ser deixado em nível baixo. Desta forma, o microcontrolador aplica o sinal aos dois lados da ponte e controla o sentido da corrente, a partir de quais transistores estão ativos e quais estão em corte, e a velocidade, através do valor do sinal PWM recebido pelo microcontrolador. Os módulos termoeétricos são conectados de forma associada com circuitos independentes, acionados

simultaneamente. Em alguns testes foram utilizados apenas um módulo termoeletrico. As tensões de alimentação variam entre 0 a 4,5V, sendo provenientes da placa de aquisição com um conversor (digital-to-analog converter - DAC) integrado.

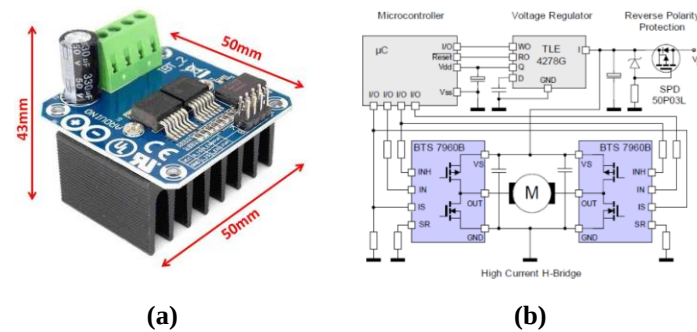


Figura 4 - (a) Placa IBT_2 com chip BTS7960; (b) Diagrama do circuito da placa IBT_2.

Para medição de temperatura, utilizamos termopares do tipo K, por sua faixa de temperatura condizente com o trabalho, e possui baixa inercia térmica. Foi utilizado 6 pontos de medida de temperatura na busca de verificar o comportamento da temperatura no plano da célula termoeletrica de *peltier*. Conforme pode ser observado na figura 5, a distribuição dos termopares foi feita de forma que o primeiro monitore a temperatura no centro da amostra, o segundo a superfície ao lado da amostra, o terceiro no canto inferior direito (P1), o quarto no canto superior direito (P2), o quinto no canto superior esquerdo (P3) e o sexto no canto inferior esquerdo (P4).

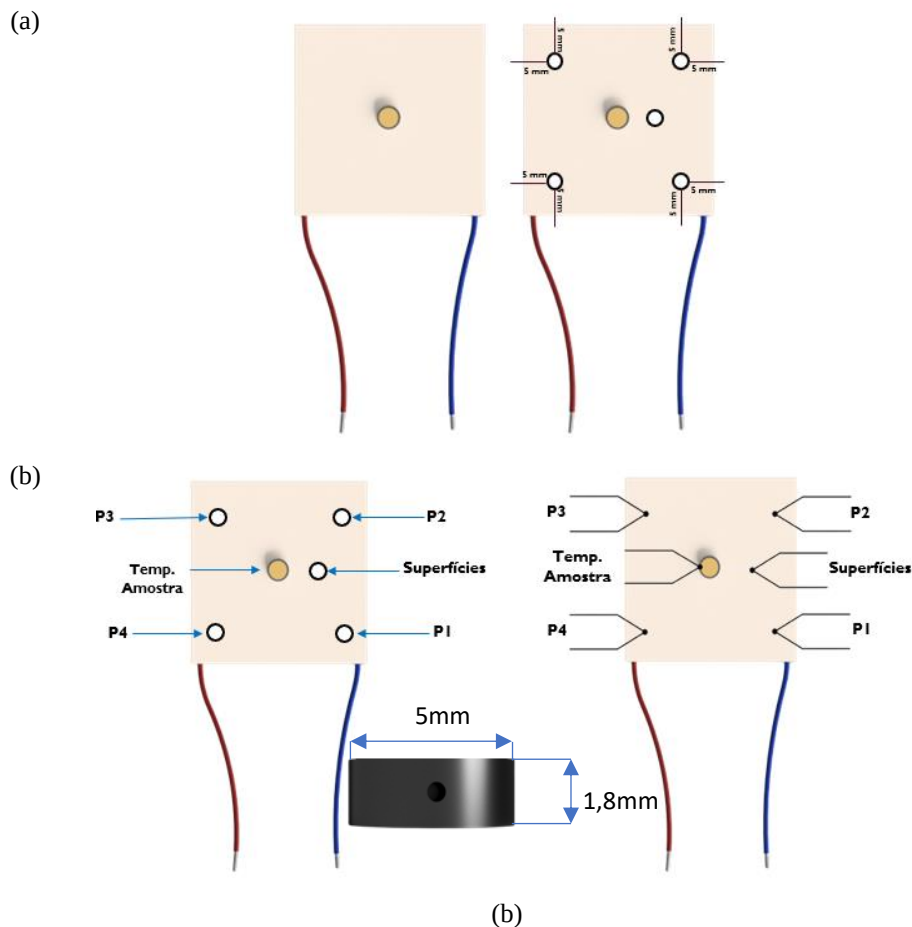


Figura 5 – Posicionamento dos Pontos de Coleta de Temperatura;

(b) Disposição da Amostra e dos Termopares e medidas da amostra.

A aquisição de temperatura foi realizada com uma placa da *National Instruments* (NI), modelo 9213, com uma interface serial USB para gerenciamento dos dados via computador. Este equipamento é dedicado a uso com termopar, com o condicionamento de sinal internamente, a uma resolução de 24 bits. O *field point* possui 16 canais, modo de alta

resolução com 55 ms de tempo de conversão, precisão de até 0,02 °C e erro de medição em torno de 1 °C, para termopares do tipo K. O controlador desenvolvido para temperatura foi implementado no *LabView*®, discretamente em computador, e as saídas de controle foram convertidas em sinais analógicos para o circuito através de uma placa da NI, modelo 9263. Essa placa possui 8 canais de saída com conversor de 16 bits, tensão de saída entre +/-10 V e frequência de amostragem de 100 kS/s por canal. A interface para comunicação foi dada via serial por uma porta USB, a um tempo de amostragem foi de 300 ms. Este valor é adequado para o sistema de controle pela natureza a resposta do processo térmico analisado, com uma taxa de temperatura empregada de 10 °C/min. A figura 7, apresentam os esquemáticos do sistema de controle do equipamento proposto para uma célula termoelétrica e para duas células.

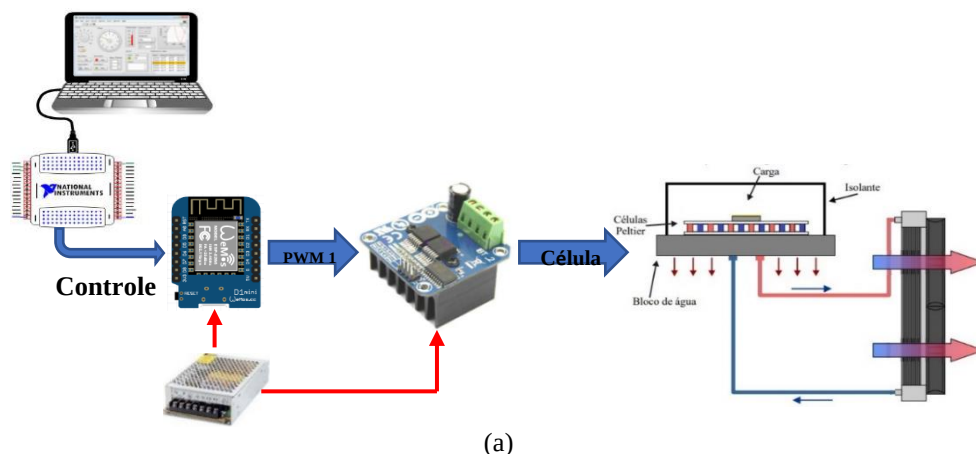


Figura 7 – (a) Representação do Sistema de Acionamento, Controle e Instrumentação

Pode ser visto na figura 8(a), o projeto mecânico em CAD do equipamento, tendo todos os componentes representados de maneira simples e seus respectivos acomodatamentos e a 8(b) os drives eletrônicos do equipamento proposto.

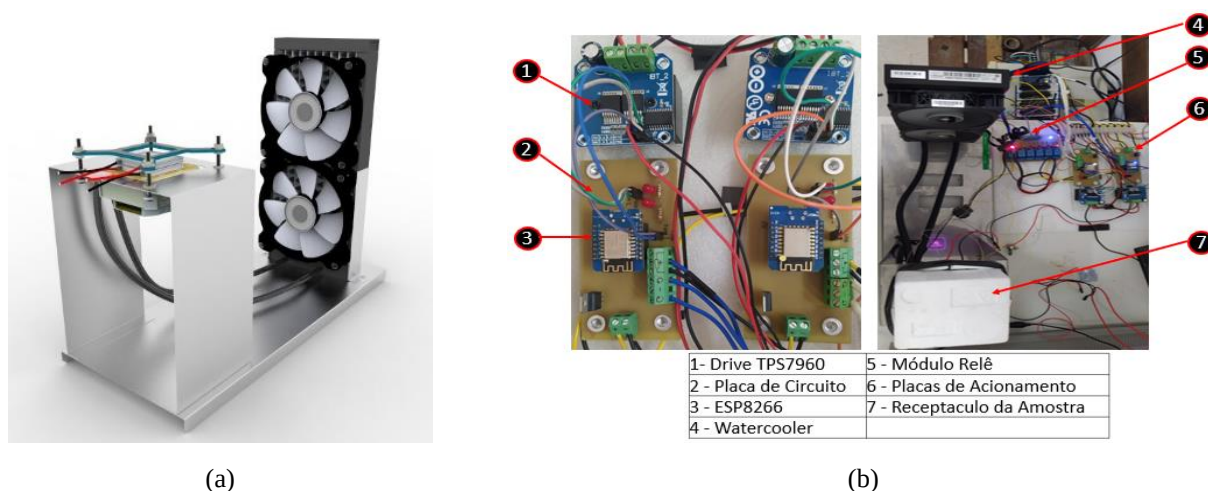


Figura 8 – Bancada experimental (a) Projeto mecânico em CAD; (b) Bancada eletrônica

A figura 8(b) apresenta parte da bancada experimental desenvolvida para análise das térmicas, com suas principais partes. O destaque de número (1), trata-se do Drive TPS 7960, para controle de corrente na célula termoelétrica. O destaque (2), placa de circuito. O (3) é o microcontrolador ESP8266, promotor do PWM. O (4), trata-se do *watercooler*. O (5), módulo relê de produção própria. O (6), placas de acionamento. Por fim (7), receptáculo da amostra e célula termoelétrica. Foi desenvolvida também, uma interface gráfica no software *LabView*® para gerenciamento dos sistemas de controle, instrumentação e aquisição de dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme metodologia proposta apresentada no ponto anterior, um equipamento foi projetado, desenvolvido e caracterizado para realizar ciclagem térmica nas amostras entre 100°C e -20°C. Na metodologia pode ser observado a construção física no equipamento e nesse capítulo, será observado as respostas do mesmo a diferentes situações propostas

para caracterização e obtenção das faixas de temperaturas e tempo de operação projetado e controlado. O equipamento foi testado com umas células termoelétricas de *Peltier* e submetidos a degraus unitários positivos e negativos, ciclagem térmica controlada (ação de controle em rampa) e com e sem as amostras a serem analisadas.

3.1. Respostas do Equipamento Sem Amostra Utilizando uma *Peltier*

A figura 9(a) apresenta a resposta a uma excitação a um degrau variável positivo e negativo, para uma melhor análise do comportamento da resposta do controlador de temperatura desenvolvido e implementado no equipamento.

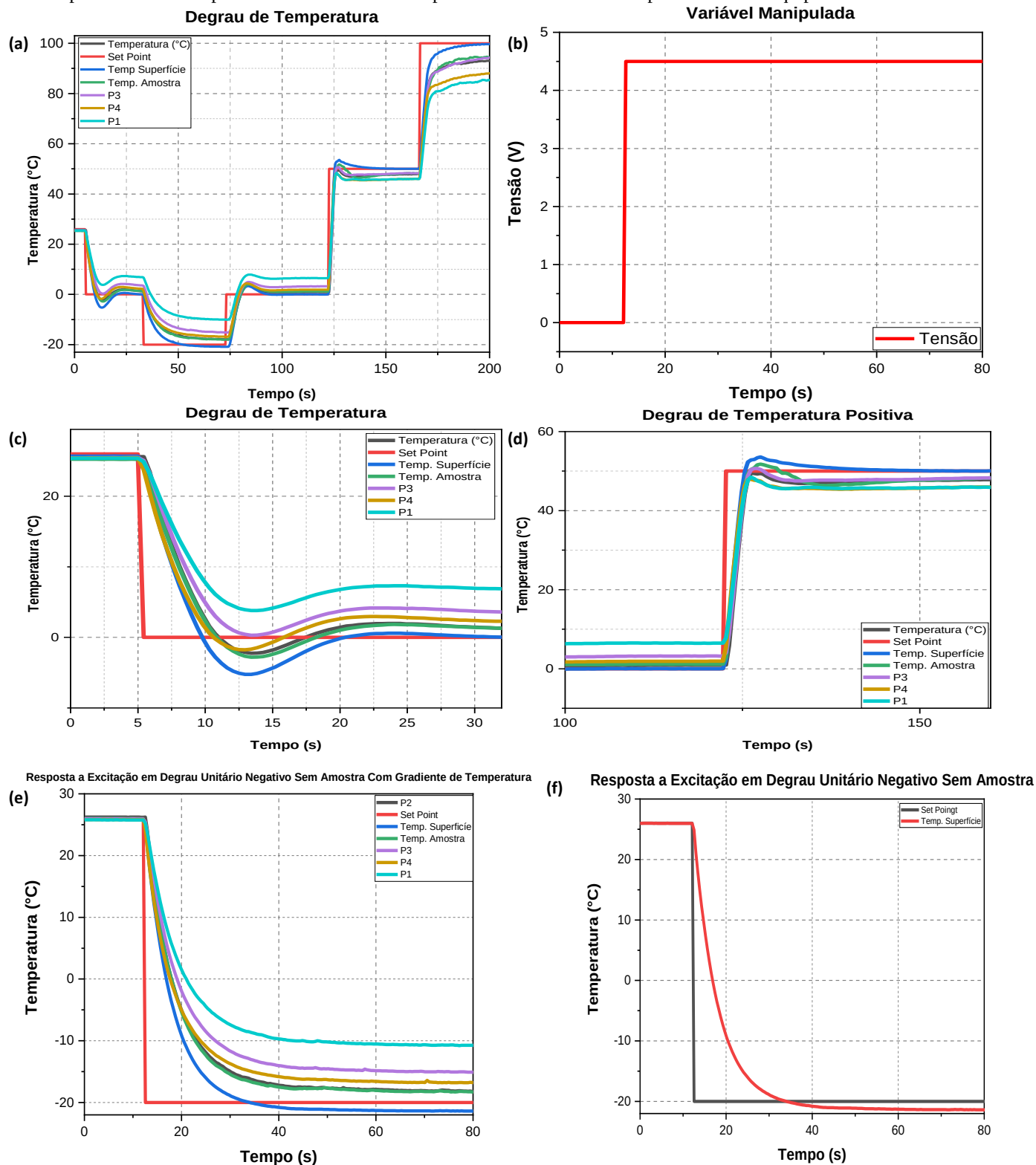


Figura 9- Respostas do Equipamento Sem Amostra Utilizando uma *Peltier*

É possível observar que o controlador responde muito bem as variações de temperatura submetidas ao mesmo, apresentando assim, uma plena capacidade de atender a proposta do trabalho.

Na figura 9(d) é apresentada a resposta a uma excitação em degrau unitário positivo, sem amostra com gradiente de temperatura realizado pelos cinco sensores temperatura instalados na face da célula termelétrica do *peltier*. É rapidamente perceptível a diferença de temperatura entre os pontos propostos para medição podendo chegar aproximadamente 15°C de Gradiente de temperatura. Também é apresentado na figura 9(b) o sinal de excitação do degrau unitário positivo. Ainda na figura 9, nos itens, (c), (e) e (f), podemos observar as respostas a uma excitação, figura 9(b), em degrau unitário negativo, sem amostra com gradiente de temperatura realizado pelos cinco sensores de temperatura instalados na face da célula termelétrica de *Peltier*. É notório a diferença de temperatura entre os pontos propostos para medição podendo chegar aproximadamente 5°C de Gradiente de temperatura

3.2. Resposta do Equipamento a Ciclagem Térmica

A figura 10, apresenta a resposta do equipamento a ciclagem térmica de 25 ciclos a um sinal de referência em forma triangular, sem amostra, apresentando um gradiente de temperatura com uma variação de aproximadamente 20°C. O ensaio foi realizado submetendo o a taxa de variação de 10°C/min, iniciando a temperatura ambiente e variando entre 100°C à -20°C. Ainda pode ser observado na mesma figura, o comportamento do sistema em temperaturas positivas e negativas, pois mesmo havendo um gradiente relevante, a temperatura no ponto onde será depositada a amostra, permanece estável. É possível observar, a estabilidade da temperatura na superfície, a possibilidade de aplicar ciclos térmicos controlados em temperaturas positivas e negativas.

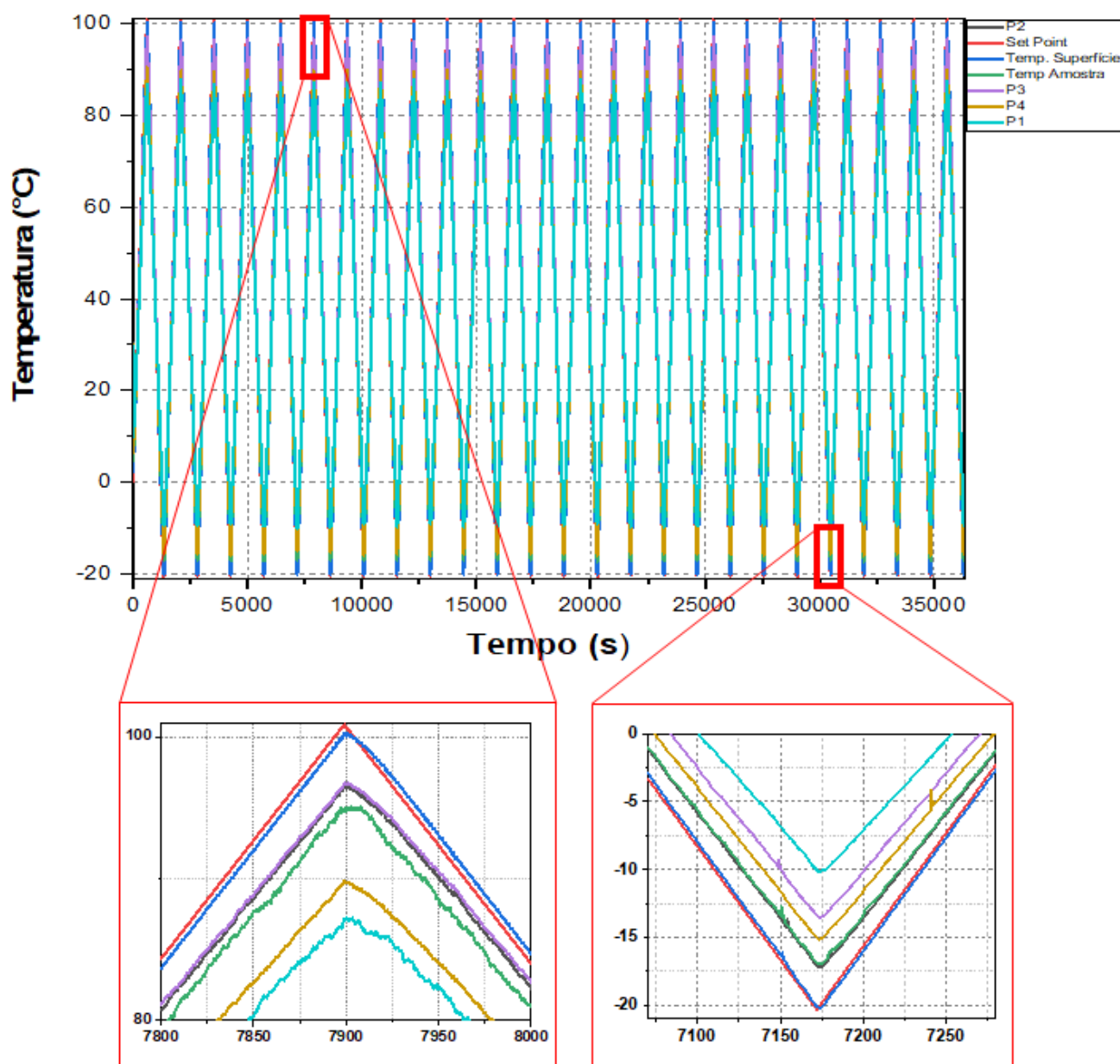


Figura 10 - Resposta do Equipamento a Análise de Temperatura Sem Amostra -20 à 100°C

A figura 11, apresenta a resposta do equipamento a ciclagem térmica de 15 ciclos, a um sinal de referência em forma triangular, com amostra, apresentando um gradiente de temperatura com uma variação de aproximadamente 20°C. O ensaio foi realizado submetendo o a taxa de variação de 10°C/min, iniciando a temperatura ambiente e variando entre 100°C à -20°C. É possível observar, a estabilidade da temperatura na amostra, a possibilidade de aplicar ciclos térmicos controlados em temperaturas positivas e negativas na amostra.

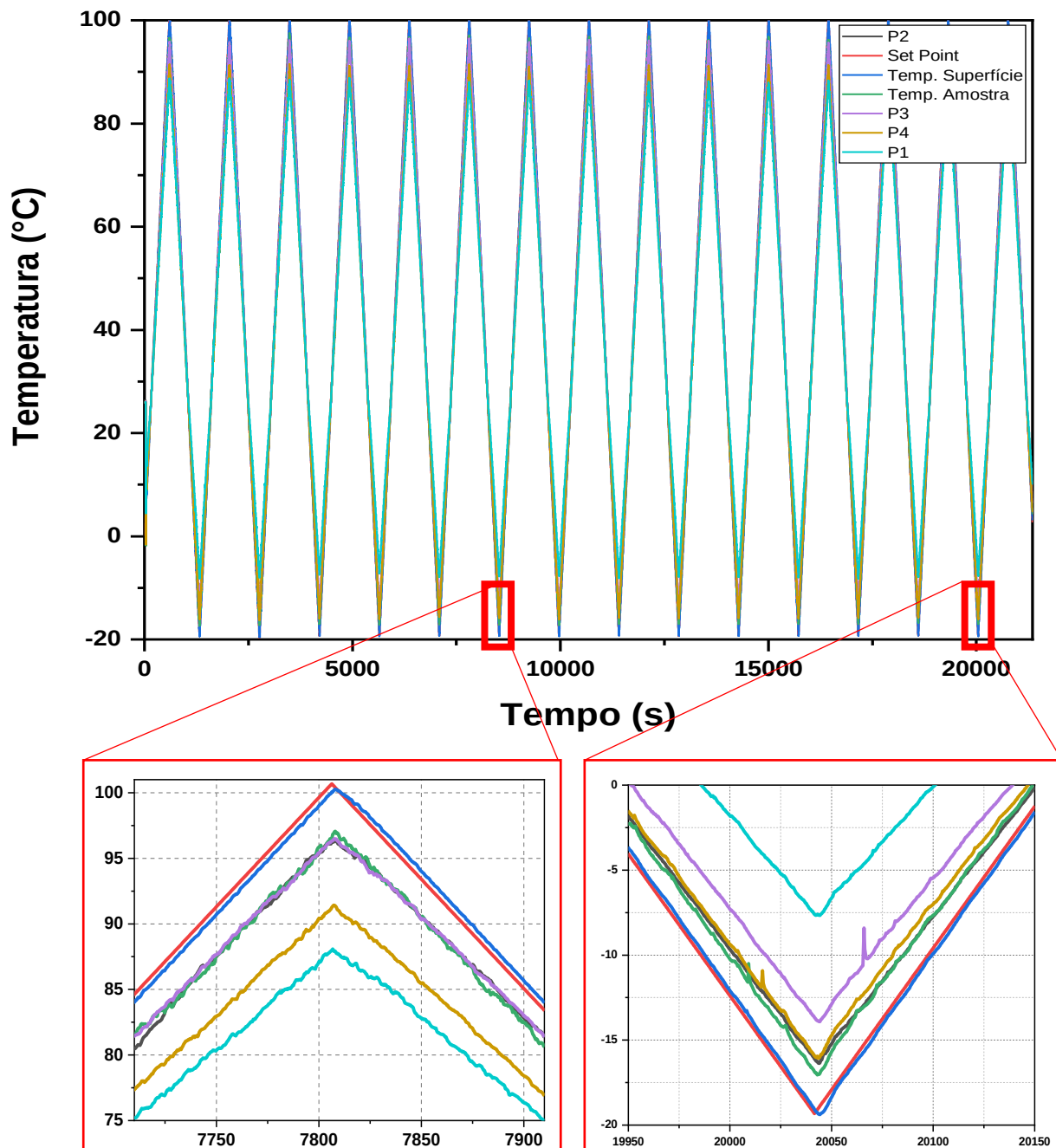


Figura 11- Respostas do Equipamento Sem Amostra Utilizando uma *Peltier*

Podemos observar que apesar da existência de gradiente temperatura na superfície da célula de *peltier*, a temperatura na amostra continua estável com baixíssimas variações. Logo, após identificar os pontos mais estáveis e com menos ruídos, é possível submeter uma amostra a ciclagem térmica de forma confiável.

4. CONCLUSÕES

O equipamento proposto mostrou-se satisfatório em sua melhor configuração, de uma *peltier*, atingindo as temperaturas desejadas entre 100°C e -20°C, mesmo apresentando um gradiente de temperatura considerável em alguns pontos medidos. A taxa de variação de temperatura medida apresentou-se em aproximadamente 15°C. Os termopares devidamente fixados sobre o protótipo termoelétrico tiveram excelente desempenho de leitura com precisão adequada (0,5°C). A implementação do controlador PID digital, ocorreu de maneira satisfatória, tendo em vista sua resposta de regime transitório e permanente junto a variável controlada, a temperatura. A interface gráfica do usuário desenvolvida no *LabView®*, possibilitou o monitoramento, controle, ciclagem térmica a taxas variáveis de tempo e armazenamento das grandezas físicas analisadas em tempo real com alto nível de precisão, apresentando bom nível de usabilidade do sistema e reprodutibilidade para ensaio futuros. Ainda assim, tanto as simulações como os experimentos foram capazes de emular a realidade prática do sistema, demonstrando a capacidade de realizar os ensaios propostos, com a influência dos diversos parâmetros considerados sobre as respostas do sistema. Esse aparato torna possível a aplicação de outras técnicas de caracterização de matérias em ciclos térmicos controlados, como a detecção microestrutural por impedância eletromecânica.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Pernambuco, a Universidade Federal da Paraíba e ao Laboratório de Sistemas e Estruturas Ativas – LASEA UFPB

6. REFERÊNCIAS

- Da Rocha Souto, C. et al. Thermal cycling effect on a shape memory and piezoelectric heterostructure. Conference Record - IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, p. 315–319, 2014.
- Delgadillo-Holtfort, I.; Pereira, J. R.; Guimarães, A. O. Photothermal investigations of de-emulsification of fat/water-based pastu materials: margarine. *International Journal of Thermophysics*, v. 25 n. 2, p. 587 - 601, 2004.
- Leo, D. J. Engineering Analysis of Smart Material Systems. [s.l.] John Wiley and Sons, 2008.
- Maximilian, L. *The Fundamentals of Thermoelectrics - A bachelor's laboratory practical*. Nanophotonics Group, 2015. Disponível em: <http://www.nano.physik.unimuenchen.de/nanophotonics/_assets/pdf/f1/K3_Thermoelectrics.pdf>. Acesso em: 10 Dezembro 2021.
- Nielsen, J. P. *Thermoelectric Materials and devices*. New York: Reinhold, 1960.
- Pierre batista dos reis, R. Universidade Federal De Campina Grande Centro De Ciências E Tecnologia Programa De Pós-Graduação Em Ciência E Engenharia De Materiais. *Desenvolvimento de um equipamento para caracterização térmica de atuadores de ligas com memória de forma usando o efeito termoelétrico*. 2010. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/4107>>. Acesso em: 29 jun. 2021.
- Sarmiento, N. L. D. Identificação e Controle de um Processo Termoelétrico Multivariável em Escala Laboratorial. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Campina Grande, p. 30-31. 2016.
- Silva, K.; Junior, V. S. “Sistema Termoelétrico Aplicado Ao Estudo Dos Efeitos De Congelamento E De Propriedades Térmicas” CAMPINAS 2012. 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255773>>. Acesso em: 29 jun. 2021

7. RESPONSABILIDADE AUTORMAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF AN EXPERIMENTAL CYCLING PLATFORM FOR THERMAL ANALYSIS

Alysson Domingos Silvestre, alysson.silvestre@caruaru.ifpe.edu.br¹

Jose Marques B. Sobrinho, josemarquesbasilio@gmail.com¹

Felipe Silva Lima, felipe.silva.lima@estudantes.ufpb.br¹

Cicero da Rocha Souto, cicerosouto@cear.ufpb.br¹

¹Institution and address for first author

Abstract. Thermoelectric modules or Peltier modules can work as heat pumps promoting thermal flow in their faces according to the application of electric current. The peltier effect provides the linearity between heat transfer and applied electrical current, the module being a potentially ideal behavior apparatus for studies of the effect of thermal exchanges. Therefore, the objective of this work is to develop an experimental test platform, capable of performing analyzes through cycling between -20°C and 100°C in metallic samples. The designed, built and tested equipment presented potentially positive characteristics for studies of thermal exchange effects, capable of subjecting a metallic sample to controlled thermal cycling. With the implementation of an electronic instrumentation platform, it was possible to monitor in real time the electric current, the electric voltage and the temperature curves at different points on the surface of the thermoelectric module, finding temperature gradients. It was also possible to apply control to variations in step and ramps, as well as rise time and rate of variation of the thermal cycles, applied to the tested samples. The tests were carried out with a thermoelectric module, with and without samples on its surface. From a practical point of view, the present work promotes an equipment that has compact, light physical characteristics, with low noise and can be applied in studies of thermal characterization of different sizes and geometry of samples, as tested. The use of this apparatus, for thermal analysis, makes possible and makes possible, in future works, the process compared to the methods traditionally used as the DSC.

Keywords: Cycling, Thermal Analysis, Tests, Control.