



## Desenvolvimento de Perfil para Estação de Solda BGA na Máquina iR6000V4

Joanna D'ark da Silva Laurindo<sup>1</sup>, Mariane Vitoria de Lira<sup>1</sup>, José Irineu Ferreira Júnior<sup>1</sup>, Paulo César do Nascimento Cunha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Eletrônica, Instrumentação e Automática (LEIA) – Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Arapiraca

Rodovia AL-110, Deputado Nezinho – 57317-291 – Arapiraca – AL – Brasil

{jds17, mvl1}@aluno.ifal.edu.br, {paulo.cunha, irineu.junior}@ifal.edu.br

### RESUMO

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento e a otimização de um perfil térmico de soldagem para a estação de retrabalho BGA iR6000V4, com foco em componentes de montagem superficial (SMD), especialmente circuitos integrados com encapsulamento Ball Grid Array (BGA). A definição de um perfil térmico adequado é fundamental para garantir a qualidade das juntas de solda, assegurando a correta fusão da liga sem comprometer a integridade térmica dos componentes e da placa-mãe. O projeto envolve a análise detalhada das curvas de temperatura, bem como do tempo de permanência em cada etapa do processo — pré-aquecimento, rampa, soak e reflow — visando obter um aquecimento controlado e uniforme. Inclui ainda a validação prática do perfil desenvolvido por meio de testes e inspeção visual, com o propósito de confirmar a confiabilidade do processo. Como resultados esperados, destacam-se a redução de falhas de soldagem, o aumento da eficiência nas operações de retrabalho e a padronização do processo na estação iR6000V4.

Palavras-chave: Perfil térmico de soldagem; Retrabalho BGA; Ball Grid Array (BGA); Estação iR6000v4; Controle de temperatura; Qualidade de soldagem; Padronização de processo. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a otimização de um perfil térmico de soldagem para a estação de retrabalho BGA iR6000V4, com foco em componentes de montagem superficial (SMD), especialmente aqueles com encapsulamento Ball Grid Array (BGA). A definição de um perfil térmico adequado é essencial para garantir a qualidade das juntas de solda, promovendo a fusão correta da liga sem comprometer a integridade térmica dos componentes e da placa. A metodologia adotada envolveu levantamento bibliográfico, simulação inicial de perfis térmicos e testes práticos de dessoldagem. Foram analisadas as etapas de pré-aquecimento, soak, rampa e reflow, visando um aquecimento uniforme e controlado. Como resultados, foi possível realizar a remoção bem-sucedida de três chips, evidenciando a importância do ajuste adequado dos parâmetros térmicos. O estudo contribui para a redução de falhas, aumento da eficiência no retrabalho e futura padronização do processo.

Palavras-chave: BGA; perfil térmico; retrabalho; soldagem; SMD.

### INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Este projeto tem como objetivo desenvolver e otimizar um perfil térmico de soldagem para a estação BGA iR6000V4, com foco em componentes SMD, especialmente BGA. Um perfil adequado é fundamental para garantir a qualidade das juntas de solda, sem comprometer os componentes e a placa.



O estudo envolve a análise das curvas de temperatura e do tempo em cada etapa: pré-aquecimento, soak, rampa e reflow, buscando um aquecimento controlado e uniforme, além da validação prática por meio de testes.

Como resultado, espera-se reduzir falhas, aumentar a eficiência e padronizar o processo de retrabalho. Com o avanço da miniaturização dos dispositivos eletrônicos, os encapsulamentos do tipo BGA (Ball Grid Array) têm se tornado cada vez mais utilizados, principalmente devido à sua alta densidade de conexões e ao menor espaço ocupado nas placas de circuito impresso (LI, 2019; DAS, 2023). Apesar das vantagens, o processo de soldagem e retrabalho desses componentes exige técnicas altamente precisas e controle rigoroso da aplicação de calor, especialmente durante operações de substituição ou realinhamento, uma vez que variações térmicas inadequadas podem comprometer a integridade das juntas de solda e dos componentes (AHMAD et al., 2021; STRAUBINGER et al., 2020).

Os componentes BGA destacam-se também pela excelente condutividade térmica e desempenho elétrico. No entanto, sua manipulação inadequada pode resultar em falhas como bolhas, soldas frias e danos à placa (PCB), evidenciando a necessidade de controle térmico eficiente durante o processo de reflow (DAS, 2023).

As estações de retrabalho por infravermelho (IR), como a iR6000V4, utilizam aquecimento superior por radiação infravermelha e aquecimento inferior, geralmente por resistências cerâmicas. Esse sistema permite a definição de perfis térmicos divididos em múltiplas etapas: pré-aquecimento, rampa de subida (ramp-up), soak, pico de reflow e resfriamento. O controle adequado dessas etapas é fundamental, pois variações abruptas de temperatura podem causar empenamento da PCB e danos aos componentes (SILMANTECH, 2024).

Estudos sobre otimização de perfis térmicos indicam parâmetros típicos para processos de soldagem e retrabalho BGA, incluindo: pré-aquecimento entre 75 °C e 155 °C, com taxa de subida de até 3 °C/s; etapa de soak entre 160 °C e 190 °C por 40 a 80 segundos; pico de reflow entre 225 °C e 245 °C por 40 a 70 segundos; e resfriamento controlado abaixo de 6 °C/s, a fim de evitar tensões térmicas (SILMANTECH, 2024).

Durante o processo de reflow, variações de temperatura ao longo da espessura da placa podem gerar tensões internas, delaminações e falhas nas juntas de solda. Nesse contexto, Straubinger et al. (2020) demonstraram que a distribuição térmica não uniforme em diferentes camadas da PCB influencia diretamente a qualidade da soldagem, reforçando a importância do controle térmico tridimensional (top-down e bottom-up), especialmente em placas multicamadas.

Além disso, a utilização de termopares posicionados próximos ao componente BGA é recomendada para garantir que o perfil térmico programado corresponda às condições reais de operação. Comparativamente, as estações de retrabalho por infravermelho apresentam vantagens em relação às estações de ar quente, como aquecimento mais uniforme e maior precisão na aplicação de calor, reduzindo o risco de superaquecimento em áreas adjacentes. Quando corretamente configuradas, essas estações conseguem simular condições semelhantes às de fornos industriais de reflow (LI, 2019; AHMAD et al., 2021).

Diante desse cenário, torna-se essencial o desenvolvimento de um perfil térmico otimizado específico para a estação iR6000V4, considerando variáveis como o tipo de liga de solda (por exemplo, SAC305 ou SnPb), a massa térmica da placa e as dimensões do componente BGA. Assim, este projeto teve como objetivo, desenvolver e validar um perfil térmico adequado, contribuindo para a melhoria da qualidade do retrabalho, redução de falhas e padronização do processo.

# IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**PLANETA ÁGUA:**  
A CULTURA OCEÂNICA PARA  
ENFRENTAR AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04  
2026**



## OBJETIVOS ALCANÇADOS (até o momento)

- Foi feito o levantamento bibliográfico sobre a proposta o qual encontramos alguns artigo que adotamos quatro como correlatos (A NOVEL APPROACH FOR TEMPERATURE INDUCED BALL GRID ARRAY FAILURES, ESTUDO DA QUALIDADE E CONFIABILIDADE DO PROCESSO DE SOLDAGEM REFLOW DE COMPONENTE DE TECNOLOGIA BGA, FAILURE MECHANISMS OF BALL GRID ARRAY PACKAGES, COMPONENTES BGA: CUIDADOS ESSENCIAIS NA MONTAGEM DE PLACAS ELETRÔNICAS (OU SOBRE MONTAGEM DE BGA)) e vídeos no youtube.
  - Foi possível realizar a dessoldagem de três chips utilizando a máquina BGA IR6000 V4 de forma eficiente e segura. O equipamento permitiu o controle adequado da temperatura e do tempo de aquecimento, garantindo a fusão correta da solda sem danificar a placa ou os componentes adjacentes. O processo foi conduzido com monitoramento térmico e aplicação uniforme de calor, resultando na remoção completa dos três chips com sucesso.
    - Realização de levantamento bibliográfico com seleção de artigos relevantes sobre falhas e processos de soldagem BGA;
    - Compreensão dos parâmetros operacionais da estação BGA iR6000V4;
    - Execução de testes práticos de dessoldagem;
    - Remoção bem-sucedida de três chips, com controle adequado de temperatura e tempo;
- Consolidação de uma base inicial para definição de perfis térmicos.

## METODOLOGIA APLICADA (até o momento)

Foi feito o levantamento bibliográfico sobre a proposta o qual encontramos alguns artigo que adotamos quatro como correlatos (A NOVEL APPROACH FOR TEMPERATURE INDUCED BALL GRID ARRAY FAILURES, ESTUDO DA QUALIDADE E COMFIABILIDADE DO PROCESSO DE SOLDAGEM REFLOW DE COMPONENTE DE TECNOLOGIA BGA, FAILURE MECHANISMS OF BALL GRID ARRAY PACKAGES, COMPONENTES BGA: CUIDADOS ESSENCIAIS NA MONTAGEM DE PLACAS ELETRÔNICAS (OU SOBRE MONTAGEM DE BGA)) e videos no youtube. Posteriormente, foi realizada uma simulação inicial com o objetivo de definir um perfil térmico base (por exemplo: 150 °C, 180 °C, 217 °C e 245 °C, com tempos de permanência progressivos), servindo como ponto de partida para os ajustes e otimizações subsequentes do processo. A metodologia foi dividida em etapas:

1. Levantamento bibliográfico: análise de artigos científicos e materiais técnicos sobre soldagem BGA e perfis térmicos.
2. Simulação inicial: definição de um perfil térmico base com temperaturas aproximadas de 150°C, 180°C, 217°C e 245°C, com tempos progressivos.
3. Testes práticos: utilização da estação iR6000V4 para dessoldagem de componentes reais.
4. Análise experimental: observação do comportamento térmico e da eficiência do processo.

Foram utilizados materiais como estação BGA, pasta de solda, fluxo, malha dessoldadora, stencil, pinças de precisão e dispositivos de fixação.



## RESULTADOS ENCONTRADOS (até o momento)

Na fase inicial do projeto, foi possível compreender e analisar detalhadamente as configurações e os parâmetros operacionais do equipamento BGA IR6000 V4, etapa fundamental para a correta definição do perfil térmico. Esse entendimento permitiu maior domínio sobre as funcionalidades da estação e suas possibilidades de ajuste. Durante o desenvolvimento, foi realizada uma tentativa inicial de aplicação de um perfil térmico padrão. Cabe destacar que o andamento das atividades também foi impactado pelo atraso na chegada dos materiais necessários, o que prolongou o tempo de execução de algumas etapas. Ainda assim, mesmo diante dessas dificuldades logísticas, foi possível avançar na estruturação e validação preliminar do perfil térmico e, com os ajustes realizados, concluir com sucesso a remoção dos três chips, como mostrado nas figuras 3, 4 e 5, consolidando uma base técnica mais consistente para as próximas fases do projeto. Os resultados iniciais demonstraram que:

- O estudo detalhado da estação permitiu maior domínio dos parâmetros de operação;
- A aplicação de um perfil térmico padrão serviu como base para ajustes;
- Foi possível remover três chips com sucesso, sem danos à placa;
- O controle térmico adequado garantiu a fusão correta da solda;
- Mesmo com atrasos na chegada de materiais, houve avanço significativo no projeto.



Figura 1. Malha dessoldadora; Fita de proteção térmica; Stencil BGA; Pinça de precisão; Pincel; Dispositivo de fixação.

Fonte: elaboração própria.



Figura 2. Estação de retrabalho BGA configurada com o perfil desenvolvido.  
Fonte: elaboração própria.



Figura 3. Chip BGA removido.  
Fonte: elaboração própria.

Esses resultados validam a importância da personalização dos perfis térmicos para diferentes componentes.

# IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**PLANETA ÁGUA:**  
A CULTURA OCEÂNICA PARA  
ENFRENTAR AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04  
2026**



## DIFICULDADES ENCONTRADAS

- Dificuldades técnicas: necessidade de ajustes finos nos perfis térmicos;
- Dificuldades de recursos: atraso na chegada de materiais;
- Dificuldades financeiras: ausência de financiamento para aquisição de insumos.

## RELACIONAR O CRONOGRAMA PREVISTO COM O EXECUTADO

As atividades previstas foram executadas conforme o cronograma estabelecido, com destaque para:

- Pesquisa bibliográfica – Concluída.
- Simulação de perfil – em andamento.
- Testes experimentais – em execução.
- Validação final – Parcial.
- Publicação dos resultados – previsto.
- Relatório (parcialmente concluído).

## CONCLUSÕES PRELIMINARES E TRABALHOS FUTUROS

Com base nas atividades desenvolvidas até o momento, conclui-se que a definição de um perfil térmico adequado vai além do conhecimento teórico das curvas de temperatura, exigindo também domínio prático das configurações, limitações e recursos da estação BGA IR6000 V4. O estudo detalhado das funcionalidades do equipamento foi fundamental para realizar ajustes mais precisos e coerentes com as exigências do processo de retrabalho BGA. Observou-se ainda que a aplicação de perfis térmicos padrão deve ser realizada com critério técnico, visto que diferentes chips e encapsulamentos apresentam comportamentos térmicos específicos. A utilização inicial de um perfil destinado a outro componente evidenciou a importância da análise prévia das especificações técnicas, reforçando a necessidade de personalização dos parâmetros para cada caso. Mesmo com o atraso na chegada dos materiais, que impactou o cronograma previsto, foi possível avançar significativamente no projeto e concluir com sucesso a remoção dos três chips. Esse resultado demonstra a consolidação do aprendizado adquirido ao longo da etapa, estabelecendo uma base técnica mais sólida para a otimização do perfil térmico, aprimoramento do controle do processo, redução de falhas e futura padronização dos parâmetros de retrabalho.

Conclui-se que a definição de um perfil térmico adequado exige não apenas conhecimento teórico,

# IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**PLANETA ÁGUA:**  
A CULTURA OCEÂNICA PARA  
ENFRENTAR AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04  
2026**



mas também domínio prático da estação BGA. Observou-se que perfis padrão nem sempre são eficazes, sendo necessária a adaptação para cada componente.

Como trabalhos futuros, pretende-se:

- Testar novos perfis em chips menores;
- Refinar os parâmetros térmicos;
- Realizar validação completa do perfil otimizado;
- Padronizar o processo de retrabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmad, M. I., Abdul Aziz, M. S., Abdullah, M. Z., Aslleh, M. A. A. M., Ishak, M. H. H., Rahiman, W., & Nabialek, M. Investigations of Infrared Desktop Reflow Oven with FPCB Substrate During Reflow Soldering Process. *Metals*, v.11, n.8. 2021. <https://doi.org/10.3390/met11081155>

DAS, Santosh. BGA Soldering & Repairing | How to Solder Ball Grid Array. Last Updated. Electronicsandyou. 2023.

LI, Will. BGA Rework Guide: Key Processes, Challenges, and 6 Mistakes You Should Avoid. MOKO Technology. 2019.

SILMANTECH. BGA Rework Station Temperature Profile. BGA Rework Station, News. 2024.

STRAUBINGER, Daniel et al. Modelling of temperature distribution along PCB thickness in Different substrates during reflow. *Circuit World*, v. 46, n. 2. 2020.

AHMAD, M. I. et al. Investigations of infrared desktop reflow oven. *Metals*, v. 11, n. 8, 2021.

DAS, Santosh. BGA soldering & repairing: how to solder ball grid array. Electronicsandyou, 2023.

LI, Will. BGA rework guide: key processes, challenges, and mistakes to avoid. MOKO Technology, 2019.

SILMANTECH. BGA rework station temperature profile. BGA Rework Station, 2024.

STRAUBINGER, Daniel et al. Modelling of temperature distribution along PCB thickness in different substrates during reflow. *Circuit World*, v. 46, n. 2, 2020.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu reconhecimento à FAPEAL pelo fomento indispensável à realização da IV SNCT e pela viabilização da publicação destes Anais. O agradecimento estende-se ao IFAL Campus Arapiraca pelo suporte institucional e infraestrutura disponibilizada, incluindo laboratórios como o Espaço 4.0 e equipamentos; à PRPPI pela concessão de bolsas e suporte através dos editais PIBIC e PIBITI; bem como ao CNPq e ao MCTI, cujos editais nacionais proporcionam as bases fundamentais para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação, elevando o impacto da produção acadêmica.

## INFORMAÇÕES ADICIONAIS



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



# IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**PLANETA ÁGUA:**  
A CULTURA OCEÂNICA PARA  
ENFRENTAR AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04  
2026**



## RELATÓRIO COM RESULTADOS PARCIAIS EM FORMATO DE ARTIGO

Início da Execução do Projeto: 01/09/2025

Entrega do Relatório: 06/03/2026

Data de apresentação na IV SNCT: 31/04/2026