



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação
Controle de Processos por Computador

Projeto Final
Parte 2

Professor: Luigi Maciel Ribeiro
Aluno: Mariana Florido Robaina

Rio de Janeiro
2025

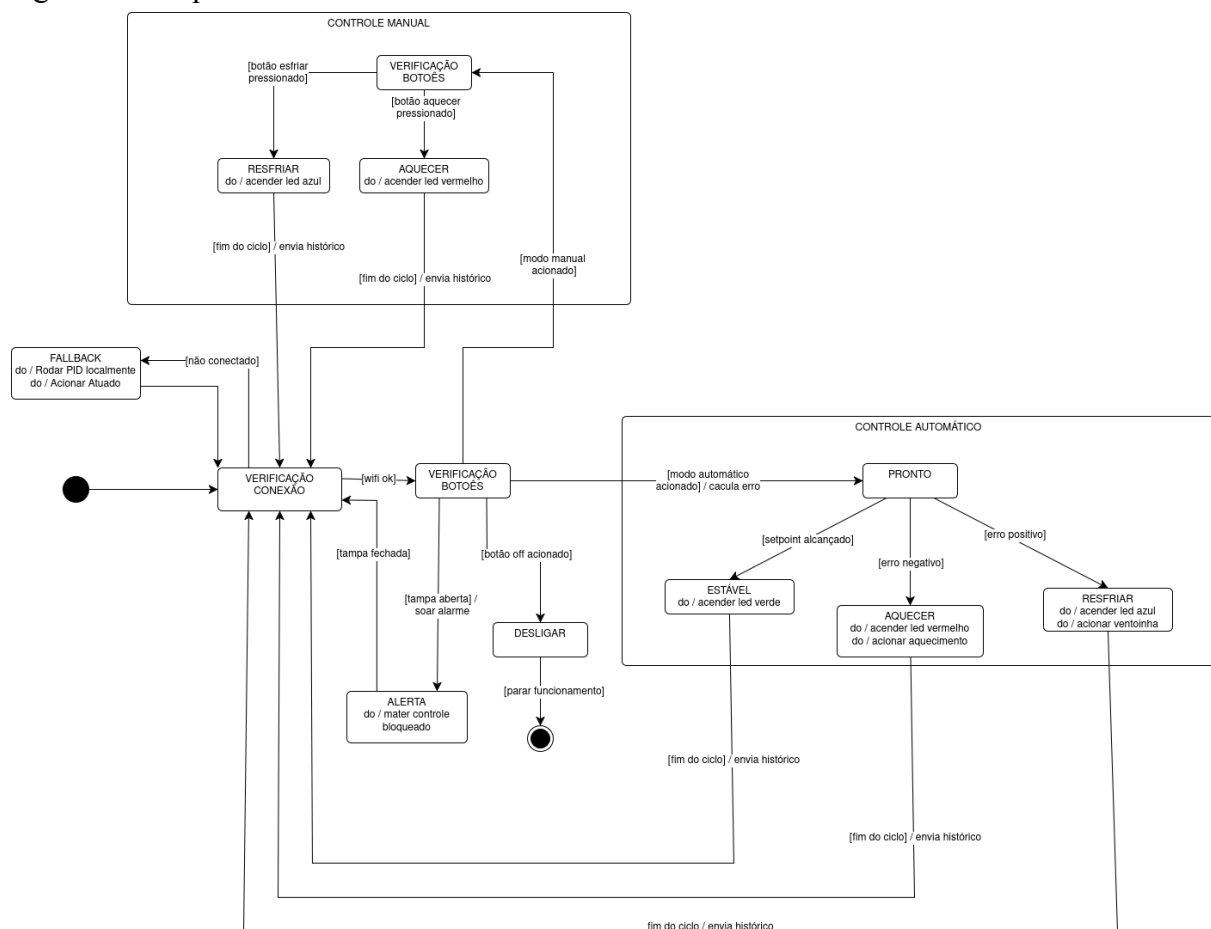
1. Introdução

O modelo escolhido para a análise e modelagem do sistema de controle de temperatura da incubadora foi a Máquina de Estados e a notação utilizada foi UML State Machine Diagrams (Diagramas de Máquina de Estados da Linguagem de Modelagem Unificada) e segue o Modelo de Moore para as ações de controle:

- **Estados (Retângulos):** Representam os modos operacionais do sistema (Ex: CONTROLE AUTOMÁTICO, ALERTA).
- **Ações do Estado (do / ação):** A ação é executada enquanto o sistema está no estado.
- **Transições (Setas):** Indicam a mudança de um estado para outro.
- **Rótulos da Transição (Eventos/Guardas):** Definem a condição para a mudança. A sintaxe é **Evento [Guarda] / Ação**, onde a **Guarda** ([]) é uma condição lógica (Ex: [wifi ok]) e a **Ação** (/) é a atividade que ocorre durante a transição (Ex: / soar alarme).

A figura 1 mostra o diagrama criado para o sistema da incubadora.

Figura 1 - Máquina de estados



Fonte: O autor (Ferramenta: [Draw.io](https://draw.io))

2. Estados definidos

O sistema é dividido em estados que refletem a prioridade de segurança, o ciclo de comunicação e os modos de controle. Na tabela 1, temos todos os estados utilizados no diagrama.

Tabela 1 - Estados

Estado	Descrição	Função
VERIFICAÇÃO CONEXÃO	Hub central do ciclo de controle. É o ponto onde o sistema verifica a conectividade remota e tenta obter o setpoint do backend. Todos os modos de controle retornam a este estado para iniciar o próximo ciclo de supervisão e decisão.	Decide entre prosseguir [wifi ok]) ou entrar em FALLBACK ([não conectado]).
VERIFICAÇÃO BOTOES	Ponto de decisão, verifica a prioridade de segurança (Tampa/STOP) e o modo de operação (Manual/Automático).	Direciona o fluxo para o modo de controle ou para o estado de segurança.
ALERTA	Estado de segurança, acionado por tampa aberta. Bloqueia todas as operações.	Permanece no estado até [tampa fechada].
STOP	É o estado de parada imediata (STOP) do sistema. O loop de controle e todas as operações ativas são finalizadas.	Interrupção Total: Fornecer um mecanismo seguro e imediato para interromper todas as funções da incubadora, independentemente do modo de operação atual (Manual ou Automático).
FALLBACK	Modo de contingência, o PID é executado localmente, utilizando o último setpoint válido ou um valor padrão.	Garante a continuidade do controle de temperatura mesmo sem rede.
CONTROLE MANUAL	O controlador PID é ignorado, o usuário assume o controle direto de aquecimento ou resfriamento.	Permite testes ou intervenção direta.
CONTROLE AUTOMÁTICO	O sistema utiliza o algoritmo PID para calcular o erro e determinar a ação de controle de temperatura.	É um super-estado que contém a lógica de PRONTO, ESTÁVEL, AQUECER e RESFRIAR.
PRONTO	Ponto de decisão, calcula o erro (setpoint - temperatura atual) e age como um ponto de escolha (Decisão).	Direciona o fluxo para ação certa
ESTÁVEL	O setpoint foi alcançado ou está próximo.	Ativar led verde
AQUECER	Erro Positivo (Temperatura atual é baixa)	Ativar aquecimento e led vermelho

RESFRIAR	Erro Negativo (Temperatura atual é alta)	Ativar resfriamento e led azul
----------	--	--------------------------------

3. Transições de Estado

As transições definem as regras que governam a mudança entre os estados e garantem a correta sequência lógica. Na tabela 2, temos a descrição das transições presentes no diagrama.

Tabela 2 - Transições

Evento / Guarda	Origem	Destino	Ação / Detalhe	Seção do Controle
(Automática)	Nó Inicial ([*])	VERIFICAÇÃO CONEXÃO	Início do sistema.	Início do ciclo
[wifi ok]	VERIFICAÇÃO CONEXÃO	VERIFICAÇÃO BOTÕES	Prossegue com o setpoint remoto.	Comunicação
[não conectado]	VERIFICAÇÃO CONEXÃO	FALLBACK	Inicia o controle autônomo.	Contingência
[tampa fechada]	ALERTA	VERIFICAÇÃO CONEXÃO	Desbloqueia a operação após a segurança ser resolvida.	Segurança
[tampa aberta]	VERIFICAÇÃO BOTÕES	ALERTA	Ativa o alarme e o bloqueio (do / soar alarme.	Segurança
[botão off acionado]	VERIFICAÇÃO BOTÕES	DESLIGAR	Finaliza o sistema imediatamente (do / parar funcionamento).	Parada imediata
[modo manual acionado]	VERIFICAÇÃO BOTÕES	CONTROLE MANUAL	Seleciona o modo de intervenção direta.	Seleção de modo
[modo automático acionado]	VERIFICAÇÃO BOTÕES	PRONTO	Inicia a avaliação do PID e calcula erro (do / calcular erro).	Seleção de modo
[botão esfriar pressionado]	VERIFICAÇÃO BOTÕES (Manual)	RESFRIAR (Manual)	Inicia o resfriamento manual.	Controle manual
[botão aquecer pressionado]	VERIFICAÇÃO BOTÕES (Manual)	AQUECER (Manual)	Inicia o aquecimento manual.	Controle manual

[setpoint alcançado]	PRONTO	ESTÁVEL	Erro dentro da faixa aceitável.	Controle automático
[erro negativo]	PRONTO	RESFRIAR (Automático)	Temperatura > Setpoint.	Controle automático
[erro positivo]	PRONTO	AQUECER (Automático)	Temperatura < Setpoint.	Controle automático
[fim do ciclo]	Todos os estados de Controle	VERIFICAÇÃO CONEXÃO	Sinaliza o fim de uma atuação e retorna ao Hub para nova verificação.	Retorno ao ciclo

4. Ações e Saídas

As ações são o que o sistema executa dentro dos estados (ações do PID, LEDs) e durante as transições. Na tabela 3, temos a descrição das ações presentes no diagrama.

Tabela 3 - Ações

Estado	Ações Internas (do /...)	Saídas de Sinal/Atuação
ALERTA	do / Manter controle bloqueado	Buzzer ativado. Aquecimento/resfriamento bloqueados.
FALLBACK	do / Rodar PID localmente / Acionar Atuador	Aquecimento/resfriamento ativado pelo PID local.
CONTROLE MANUAL	do / Acender led azul (RESFRIAR) ou do / acender led vermelho (AQUECER)	LEDs indicam a ação do operador.
CONTROLE AUTOMÁTICO	do / Acender led azul (RESFRIAR) ou do / acender led vermelho (AQUECER) ou do / acender led verde (ESTÁVEL)	LEDs indicam o status do controle PID.
Transição p/ ALERTA	/ soar alarme	Buzzer é ativado no momento da transição.