

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO**

**CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**CAMILA DANIELLE RAMOS TORQUATO**

**([camilatorquato815@gmail.com](mailto:camilatorquato815@gmail.com))**

**JHON VICTOR RAMOS MARTINS**

**([jhon.vrmartins@gmail.com](mailto:jhon.vrmartins@gmail.com))**

**RIELLY LUIZA DUARTE DA SILVA**

**([riellyduarte75@gmail.com](mailto:riellyduarte75@gmail.com))**

***PROJETO SISTEMAS DIGITAIS***

**RECIFE – PE**

**2025**

# 1. Objetivo do projeto

Construir um sistema digital composto por:

- a. Um codificador que converta números decimais (0–15) para código BCD 8421 e, subsequentemente, para código Gray.
- b. Um decodificador que converta o código Gray gerado para acionar um display de 7 segmentos, exibindo uma sequência específica de 16 letras do alfabeto, definida pelo grupo.
- c. Entregar a Tabela Verdade completa (Decimal  $\rightarrow$  BCD  $\rightarrow$  Gray  $\rightarrow$  7 Segmentos/Letra), os Mapas de Karnaugh para simplificação e a simulação do circuito funcional (LogicSim ou Tinkercad).

## 2. Desenvolvimento Cronológico

### a. Quinta-feira (01/05/2025):

- i. O grupo do *WhatsApp* foi criado para centralizar a comunicação e organização do projeto.
- ii. As especificações e requisitos do projeto foram compartilhados e discutidos, definindo as etapas principais: codificador (Decimal  $\rightarrow$  BCD  $\rightarrow$  Gray), decodificador (Gray  $\rightarrow$  7 segmentos), relatório e apresentação.
- iii. Os itens de entrega foram listados: Tabela Verdade combinada, Mapas de Karnaugh e Simulação.
- iv. Iniciou-se a discussão sobre a escolha da sequência de 16 letras únicas.

### b. Sexta-feira (02/05/2025):

- i. Uma *playlist* de vídeos com material de estudo para os conceitos envolvidos no projeto (conversões, mapas, circuitos) foi compartilhada no grupo.
- ii. Optou-se por trabalho assíncrono inicialmente, utilizando o *chat* para compartilhar progressos e dúvidas.
- iii. Propôs-se divisão de tarefas.
- iv. Listou-se os componentes principais da entrega: relatório (tabela, mapas, foto do circuito) e o circuito no *Logisim*.

### c. Sábado (03/05/2025):

- i. A sequência de letras foi definida (16 letras da frase “UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO”).
- ii. Criou-se a Tabela Verdade fundamental (Decimal 0–15  $\rightarrow$  BCD  $\rightarrow$  Gray  $\rightarrow$  Letra).
- iii. Esboçou-se a representação de cada letra em 7 segmentos.
- iv. Iniciou-se a documentação em planilha Excel.
- v. Divisão de tarefas:
  - 1. **Camila:** Mapas de Karnaugh (saídas a-g) e implementação inicial no Logisim.

2. **Jhon:** Elaboração do relatório.

**d. Domingo (04/05/2025):**

- i. Foi montado o circuito de decodificação (Gray  $\rightarrow$  7 segmentos) no Logisim, identificando inconsistências entre saída esperada e obtida.
- ii. Compartilharam-se os arquivos atualizados (circuito [.circ](#) e planilha Excel).
- iii. **Iniciou-se troubleshooting:** verificação dos mapas e expressões lógicas.

**e. Segunda-feira (05/05/2025):**

- i. A discussão sobre inconsistências continuou, reforçando a necessidade de validar Mapas de Karnaugh, expressões lógicas e montagem do circuito no Logisim.
- ii. Discussão focada na causa raiz das inconsistências observadas entre a saída esperada e a obtida no display 7-segmentos.
- iii. **Identificada a principal fonte do erro:** o mapeamento direto da ordem sequencial da tabela verdade (influenciada pelo BCD/Decimal) para a lógica do decodificador (Gray  $\rightarrow$  7 segmentos), ignorando a sequência não-posicional e distinta do código Gray. (Ver Seção 4 para detalhes).
- iv. **Corrigidos erros secundários:** padrões 7-segmentos idênticos para letras 'R' e 'L', e erros de digitação em expressões booleanas.
- v. Realizada a correção do mapeamento lógico Gray  $\rightarrow$  7 segmentos nos Mapas de Karnaugh e ressimplicação das expressões booleanas para os segmentos a-g.
- vi. Validação do circuito completo no Logisim, confirmando a exibição correta da sequência de letras definida ("UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO").
- vii. Atualização da documentação (Planilha Excel e Relatório) com os resultados finais e validados.

### 3 Artefatos Finais Produzidos

- **Tabela Verdade Completa (Decimal  $\rightarrow$  BCD  $\rightarrow$  Gray  $\rightarrow$  Letra  $\rightarrow$  7 Segmentos):** Documentada em planilha Excel ([Projeto - Tabelas e Mapas.xlsx](#)), contendo a sequência final "UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO" e os padrões 7-segmentos definidos pela equipe.
- **Mapas de Karnaugh Simplificados:**
  - Para saídas BCD (BCD3 a BCD0 em função de A,B,C,D - entradas decimais).
  - Para saídas Gray (G3 a G0 em função de A,B,C,D).
  - Para saídas 7-segmentos (a a g em função de G3,G2,G1,G0).

- Todos documentados na planilha Excel ([Projeto - Tabelas e Mapas.xlsx](#)).
- **Expressões Booleanas Simplificadas Finais:** Derivadas dos Mapas de Karnaugh para todas as saídas implementadas (BCD - se aplicável, Gray, a-g). Documentadas no relatório e/ou planilha.
- **Arquivo de Simulação Funcional (Logisim):** Circuito completo e validado ([Projeto - Sistemas Digitais Final.circ](#)), demonstrando a correta conversão e exibição da sequência no display 7-segmentos.
- **Planilha Excel ([Projeto - Tabelas e Mapas.xlsx](#)):** Contendo a Tabela Verdade final e os Mapas de Karnaugh utilizados para simplificação.
- Este Relatório Final.

## 4. Desafios e Soluções

Durante o desenvolvimento do projeto, a equipe encontrou alguns desafios que exigiram análise e depuração cuidadosa para garantir o correto funcionamento do sistema.

- **Mapeamento Lógico Gray para 7 Segmentos:** A principal dificuldade surgiu ao integrar o codificador Gray com o decodificador 7-segmentos. Identificou-se uma inconsistência entre a saída esperada no display e a saída observada na simulação inicial. A causa central foi a diferença fundamental entre a natureza dos códigos BCD e Gray. Enquanto o **BCD é um código ponderado e sua sequência acompanha a ordem decimal** (para 0-9), o código **Gray não é ponderado e possui uma sequência de padrões binários adjacentes** que difere da ordem binária/decimal padrão. Nossa tabela verdade inicial, organizada pela ordem das letras da frase (e, portanto, pela ordem decimal implícita de 0 a 15), listava os códigos Gray correspondentes. No entanto, a lógica inicial do decodificador interpretava erroneamente a posição da entrada Gray na sequência da tabela, em vez de analisar o padrão binário específico (G3G2G1G0) do código Gray recebido. Isso resultava em uma ativação incorreta dos segmentos do display. A solução consistiu em refazer a lógica de simplificação para os segmentos (a-g), garantindo que os Mapas de Karnaugh utilizassem G3, G2, G1, G0 como variáveis de entrada e mapearam explicitamente cada padrão Gray único ao padrão 7-segmentos da letra correspondente, conforme definido na tabela verdade final. Após a re-simplificação das expressões booleanas e a implementação no Logisim, o circuito passou a funcionar corretamente.
- **Definição dos Padrões 7 Segmentos:** Para representar a sequência "UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO", foi necessário definir padrões visuais para cada letra no display de 7 segmentos. Optou-se, portanto, por criar representações próprias, buscando a melhor visualização possível dentro das limitações do display, em vez de utilizar padrões pré-existentes da internet. Ressalta-se que a aparência de algumas letras

(como 'A', 'N', 'T', entre outras) corresponde à definição customizada documentada na Tabela Verdade do projeto e pode diferir de outras representações comuns.



**Figura 1:** Representação visual customizada das 16 letras da sequência no display de 7 segmentos, definida pela equipe.

- **Erros Secundários:** No processo de depuração, foram também corrigidos erros como a atribuição inicial de padrões 7-segmentos idênticos para letras distintas ('R' e 'L') e eventuais erros de digitação nas expressões booleanas durante a documentação inicial.

Superar esses desafios foi crucial para a conclusão bem-sucedida do projeto e reforçou a importância da validação cuidadosa em cada etapa do design de sistemas digitais.

## 5. Conclusão

Este projeto cumpriu com sucesso o objetivo de projetar um sistema digital capaz de codificar entradas decimais (0-15) para os códigos BCD 8421 e Gray, e subsequentemente decodificar a saída Gray para acionar um display de 7 segmentos exibindo a sequência customizada "UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO".

O processo envolveu a criação de tabelas verdade, a aplicação de Mapas de Karnaugh para a simplificação das expressões lógicas e a implementação e validação do circuito na ferramenta *Logisim*.

Os desafios encontrados, especialmente relacionados ao mapeamento lógico correto entre os códigos Gray e 7-segmentos, foram superados através de análise e depuração sistemática, resultando em um circuito final funcional e em conformidade com os requisitos especificados.