

Maio 2026

# Tópicos Especiais em Inteligência Computacional

## *Redes Neurais Sem Peso*

Diego Carvalho<sup>1</sup> PPCIC

Versão: 20260519164200

## Sumário

1. Ementa .....	1
2. Objetivo .....	1
3. Metodologia .....	2
4. Programa .....	2
5. Avaliação .....	2
6. Bibliografia .....	4

## 1 Ementa

A disciplina *Tópicos Especiais em Inteligência Computacional em Redes Neurais Sem Peso* aborda os fundamentos e as principais variações de redes neurais sem peso, com foco em modelos baseados em memória, em classificação por discriminadores e em mecanismos de generalização e retroclassificação. O curso combina introdução conceitual, estudo de arquiteturas clássicas e seminários com apresentação de artigos e trabalhos de implementação feitos pelos estudantes, permitindo contato direto com a literatura da área.

## 2 Objetivo

### 2.1 Objetivo geral

Compreender os princípios, arquiteturas e extensões das redes neurais sem peso, analisando seus mecanismos de aprendizado, de classificação, de generalização e de interpretação, bem como sua aplicação no reconhecimento

---

<sup>1</sup> [diego.carvalho@cefet-rj.br](mailto:diego.carvalho@cefet-rj.br)

de padrões e em problemas correlatos.

### 2.1.1 Objetivos específicos

Ao final da disciplina, o aluno deverá ser capaz de:

- Identificar os conceitos centrais das redes neurais sem peso e distinguir suas principais arquiteturas.
- Explicar o funcionamento da WiSARD, da DRASiW e do processo de bleaching.
- Descrever os modelos PLN, PRAM e GSN, relacionando-os à ideia de neurônios lógicos e probabilísticos.
- Analisar as arquiteturas GNU, MAGNUS e GRAM no contexto de sistemas neurais sem peso e sem estado neural.
- Compreender as extensões Auto-WiSARD e ClusWiSARD, incluindo seus mecanismos de adaptação e de agrupamento.
- Discutir o papel dos Bloom Filters em arquiteturas computacionais associadas à memorização e à filtragem probabilísticas, em conexão com o tratamento eficiente de informação.

## 3 Metodologia

A disciplina será desenvolvida por meio de aulas expositivas dialogadas, leitura orientada de artigos, discussões em sala e seminários conduzidos pelos estudantes. Da 7ª à 15ª aula, os alunos apresentarão artigos e trabalhos em grupos de até duas pessoas, alternando exposições, debates e aprofundamento dos temas estudados. As atividades priorizam a leitura crítica da literatura e a capacidade de relacionar teoria e prática com base nos artigos selecionados.

## 4 Programa

O programa é apresentado na Tabela 1.

## 5 Avaliação

No curso, a participação nas discussões, a qualidade das apresentações, o desempenho na exposição de artigos e trabalhos e o envolvimento nas atividades de leitura e debate serão considerados na avaliação. Como a disciplina privilegia seminários e a análise crítica da literatura, recomenda-se considerar a clareza da exposição, o domínio conceitual e a capacidade de articular os textos estudados aos temas da disciplina.

A avaliação será baseada em dois componentes principais:

- Apresentação de artigo (AA) – 35%
- Apresentação do trabalho final (AT) – 65%

A média final (MF) será calculada da seguinte forma:

$$MF = 0.35 \times AA + 0.65 \times AT$$

O aproveitamento do curso será contabilizado conforme a Tabela 2. Além da média final favorável, os alunos devem ter frequência igual ou superior a 75% dos encontros.

Aula	Tema	Descrição
1	Introdução	Apresenta os fundamentos das redes neurais sem peso, sua motivação, características gerais e diferença em relação às redes neurais com pesos. Também introduz a noção de neurônios lógicos e arquiteturas baseadas em memória.
2	WiSARD, DRASiW e bleaching	Estuda a WiSARD como modelo clássico de classificação baseado em RAM-discriminators, a extensão DRASiW voltada à retroclassificação e geração de imagens mentais, e o bleaching como mecanismo para reduzir saturação e resolver empates entre discriminadores.
3	PLN, PRAM, GSN	Aborda neurônios lógicos e probabilísticos, incluindo PLN e PRAM, e sua relação com decisões baseadas em valores armazenados em memória, generalização probabilística e estruturas canônicas de redes sem peso.
4	GNU, MAGNUS, GRAM	Apresenta o GNU como unidade neural probabilística com controle explícito de generalização, o MAGNUS como ambiente de simulação para redes de estado neural, e o GRAM no contexto de modelagem e operação de sistemas de memória lógica e classificação.
5	Auto-WiSARD, ClusWiSARD	Discute variações da WiSARD com treinamento não supervisionado e organização por agrupamento, destacando mecanismos de auto-organização, adaptação estrutural e uso em cenários de reconhecimento com maior flexibilidade.
6	Bloom Filters	Relaciona filtros probabilísticos de pertencimento à ideia de representação compacta e eficiente de informação, discutindo seu uso como estrutura auxiliar em sistemas neurais sem peso e em mecanismos de consulta de memória.
7-15	Apresentações de artigos e trabalhos	Da 7ª à 15ª aula, os alunos apresentam artigos e trabalhos em grupos de até duas pessoas. Cada grupo apresenta um artigo e um trabalho, com debate e discussão crítica ao final de cada sessão.

**Tabela 1: Programa da disciplina Tópicos Especiais em Redes Neurais Sem Peso**

Condição	Conceito
$MF \geq 8.5$	A (Excelente – Protótipo funcional, análise bem conduzida, relatório completo e bem escrito)
$7 \leq MF < 8.5$	B (Bom – Protótipo funcional, mas com lacunas na análise ou no relatório)
$5 \leq MF < 7$	C (Satisfatório – Protótipo com limitações ou análise experimental incompleta)
$MF < 5$	D (Insuficiente – Trabalho incompleto ou sem implementação funcional)

**Tabela 2: Critérios de avaliação por média final**

## 6 Bibliografia

- 1 A. Kappaun, K. Camargo, F. Rangel, F. Firmino, P. M. V. Lima, and J. Oliveira, “Evaluating Binary Encoding Techniques for WiSARD,” in 2016 5th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS), Recife, Brazil: IEEE, Oct. 2016, pp. 103–108. doi: 10.1109/BRACIS.2016.029.
- 2 D. F. P. D. Souza, F. M. G. Franca, and P. M. V. Lima, “Spatio-temporal Pattern Classification with KernelCanvas and WiSARD,” in 2014 Brazilian Conference on Intelligent Systems, Sao Paulo, Brazil: IEEE, Oct. 2014, pp. 228–233. doi: 10.1109/BRACIS.2014.49.
- 3 L. Lusquino Filho, F. França, and P. Lima, “WiSARD-based Ensemble Learning,” in ESANN 2023 proceedings, Bruges (Belgium) and online: Ciaco - i6doc.com, 2023, pp. 387–392. doi: 10.14428/esann/2023.ES2023-76.
- 4 R. Barbosa, D. O. Cardoso, D. Carvalho, and F. M. G. Franca, “A neuro-symbolic approach to GPS trajectory classification,” *Computational Intelligence*, 2017.
- 5 D. O. Cardoso, F. M. G. França, and J. Gama, “WCDS: A Two-Phase Weightless Neural System for Data Stream Clustering,” *New Gener. Comput.*, vol. 35, no. 4, pp. 391–416, Oct. 2017, doi: 10.1007/s00354-017-0018-y.
- 6 R. Barbosa, D. O. Cardoso, D. Carvalho, and F. M. G. França, “Weightless neuro-symbolic GPS trajectory classification,” *Neurocomputing*, vol. 298, pp. 100–108, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2017.11.075.
- 7 L. Santiago et al., “Weightless Neural Networks as Memory Segmented Bloom Filters,” *Neurocomputing*, vol. 416, pp. 292–304, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2020.01.115.
- 8 D. O. Cardoso, J. Gama, and F. M. G. França, “Weightless neural networks for open set recognition,” *Mach Learn*, vol. 106, no. 9–10, pp. 1547–1567, Oct. 2017, doi: 10.1007/s10994-017-5646-4.
- 9 A. S. L. Filho, G. P. Guarisa, L. A. D. L. Filho, L. F. R. Oliveira, F. M. G. Franca, and P. M. V. Lima, “wisardpkg – A library for WiSARD-based models,” May 02, 2020, arXiv: arXiv:2005.00887. Accessed: Nov. 19, 2023.[Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2005.00887>
- 10 M. De Gregorio and M. Giordano, “An experimental evaluation of weightless neural networks for multi-class classification,” *Applied Soft Computing*, vol. 72, pp. 338–354, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.asoc.2018.07.052.
- 11 L. A. D. Lusquino Filho et al., “Extending the weightless WiSARD classifier for regression,” *Neurocomputing*, vol. 416, pp. 280–291, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2019.12.134.
- 12 B. P. A. Grieco, P. M. V. Lima, M. De Gregorio, and F. M. G. França, “Producing pattern examples from ‘mental’ images,” *Neurocomputing*, vol. 73, no. 7–9, pp. 1057–1064, Mar. 2010, doi: 10.1016/j.neucom.2009.11.015.
- 13 M. De Gregorio and M. Giordano, “Cloning DRASiW systems via memory transfer,” *Neurocomputing*, vol. 192, pp. 115–127, Jun. 2016, doi: 10.1016/j.neucom.2016.01.087.
- 14 R. Barbosa, D. O. Cardoso, D. Carvalho, and F. M. G. França, “Weightless neuro-symbolic GPS trajectory classification,” *Neurocomputing*, vol. 298, pp. 100–108, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2017.11.075.
- 15 L. Santiago et al., “Weightless Neural Networks as Memory Segmented Bloom Filters,” *Neurocomputing*, vol. 416, pp. 292–304, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2020.01.115.
- 16 R. Bezerra Barbosa, D. Leonel Cadette Dutra, P. Machado Vieira Lima, D. Carvalho, and F. Maia Galvão França, “Updating KernelCanvas for weightless graph classification,” *Neurocomputing*, vol. 646, p. 130458, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.neucom.2025.130458.
- 17 R. Barbosa, D. O. Cardoso, D. Carvalho, and F. M. G. Franca, “A neuro-symbolic approach to GPS trajectory classification,” *Computational Intelligence*, 2017.
- 18 R. Barbosa, D. O. Cardoso, D. Carvalho, and F. M. G. França, “Weightless neuro-symbolic GPS trajectory classification,” *Neurocomputing*, vol. 298, pp. 100–108, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2017.11.075.
- 19 D. O. Cardoso, F. M. G. França, and J. Gama, “WCDS: A Two-Phase Weightless Neural System for Data Stream Clustering,” *New Gener. Comput.*, vol. 35, no. 4, pp. 391–416, Oct. 2017, doi: 10.1007/s00354-017-0018-y.
- 20 D. S. Carvalho, H. C. C. Carneiro, F. M. G. Franca, and P. M. V. Lima, “B-bleaching: Agile Overtraining Avoidance in the WiSARD Weightless Neural Classifier,” *Computational Intelligence*, 2013.

- 21** A. Kappaun, K. Camargo, F. Rangel, F. Firmino, P. M. V. Lima, and J. Oliveira, “Evaluating Binary Encoding Techniques for WiSARD,” in 2016 5th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS), Recife, Brazil: IEEE, Oct. 2016, pp. 103–108. doi: 10.1109/BRACIS.2016.029.
- 22** T. B. Ludermir and W. R. De Oliveira, “Weightless neural models,” *Computer Standards and Interfaces*, vol. 16, no. 3, pp. 253–263, Jul. 1994, doi: 10.1016/0920-5489(94)90016-7.
- 23** L. Lusquino Filho, F. França, and P. Lima, “WiSARD-based Ensemble Learning,” in ESANN 2023 proceedings, Bruges (Belgium) and online: Ciaco - i6doc.com, 2023, pp. 387–392. doi: 10.14428/esann/2023.ES2023-76.
- 24** O. Napoli, A. M. De Almeida, J. M. S. Dias, L. B. Rosário, E. Borin, and M. Breternitz Jr., “Efficient Knowledge Aggregation Methods for Weightless Neural Networks,” in ESANN 2023 proceedings, Bruges (Belgium) and online: Ciaco - i6doc.com, 2023, pp. 369–374. doi: 10.14428/esann/2023.ES2023-123.