



Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Matemática

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**APLICANDO REDES DE FUNÇÃO DE BASE  
RADIAL PARA DETECÇÃO DE NOVIDADES  
EM FLUXOS DE DADOS**

Ruivaldo Azevedo Lobão Neto

QUALIFICAÇÃO DE MESTRADO

Salvador  
03 de Abril de 2019



RUIVALDO AZEVEDO LOBÃO NETO

**APLICANDO REDES DE FUNÇÃO DE BASE RADIAL PARA  
DETECÇÃO DE NOVIDADES EM FLUXOS DE DADOS**

Esta Qualificação de Mestrado foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Ricardo Araújo Rios

Salvador  
03 de Abril de 2019

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**RUIVALDO AZEVEDO LOBÃO NETO**

### **APLICANDO REDES DE FUNÇÃO DE BASE RADIAL PARA DETECÇÃO DE NOVIDADES EM FLUXOS DE DADOS**

Esta Qualificação de Mestrado foi julgada adequada à obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal da Bahia.

Salvador, 03 de Abril de 2019

---

Prof. Dr. Ricardo Araújo Rios  
UFBA

## RESUMO

Diversas aplicações industriais, científicas e comerciais produzem sequências de observações de forma contínua, teoricamente infinitas, denominadas fluxos de dados. O estudo da recorrência dos dados nesses fluxos permite a criação de modelos de aprendizagem. Contudo, as mudanças de comportamento na sequência de dados prejudicam a acurácia desses modelos. Essas mudanças são produzidas por agentes externos ainda desconhecidos para os modelos vigentes, por exemplo: mudanças no clima, novos interesses dos sujeitos envolvidos, desastres naturais, novas estratégias de investimento, etc. No âmbito do Aprendizado de Máquina (AM), diversas pesquisas têm sido realizadas para identificar e investigar essas variações nos fluxos de dados, definidas como mudanças de conceito (*concept drift*). A correta detecção das mudanças de conceito, permite que os modelos possam ser atualizados, a fim de refinar a predição, a compreensão do modelo e, possivelmente, atuar sobre os fenômenos que conduzem o fluxo de dados em análise. Apesar da existência de variados algoritmos para detecção de mudanças de conceito em fluxos de dados na literatura, a maior parte destes depende da correta rotulação das amostras (paradigma supervisionado) para seu funcionamento. Este tipo de abordagem aumenta a complexidade dos algoritmos, os requisitos de processamento, e afetam o tempo para detecção e resposta, tornando-os impraticáveis em aplicações reais. Neste trabalho, um novo algoritmo para detecção de mudanças de conceito em fluxos de dados baseado em redes de função de base radial é proposto. O método desenvolvido é comparado com vários algoritmos amplamente utilizados na literatura, e os resultados mostram ...

Terminar. Incluir mais diferenciais e relatar os resultados.

**Palavras-chave:** Aprendizado de Máquina, Fluxos de Dados, Mudanças de Conceito, Redes de Função de Base Radial



## ABSTRACT

Findo o resumo, traduzir para o abstract

**Keywords:** Machine Learning, Data Streams, Concept Drift, Radial Basis Function Networks





# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1—Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto e Motivação . . . . .	1
1.2 Hipótese e Objetivo . . . . .	2
<b>Capítulo 2—Revisão Bibliográfica</b>	<b>5</b>
2.1 Considerações Iniciais . . . . .	5
2.2 Fluxos de Dados . . . . .	5
2.3 Mudança de Conceito . . . . .	6
2.3.1 Algoritmos para Detecção de Mudança de Conceito . . . . .	6
2.3.2 Ferramentas . . . . .	6
2.4 Redes de Função de Base Radial . . . . .	6
2.5 Trabalhos Relacionados . . . . .	7
2.6 Considerações Finais . . . . .	7
<b>Capítulo 3—Plano de Pesquisa</b>	<b>9</b>
3.1 Considerações Iniciais . . . . .	9
3.2 Descrição do Problema . . . . .	9
3.2.1 Atividades de Pesquisa . . . . .	9
3.3 Considerações Finais . . . . .	10
<b>Capítulo 4—Experimentos Iniciais</b>	<b>11</b>
4.1 Considerações Iniciais . . . . .	11
4.2 Configuração dos Experimentos . . . . .	11
4.3 Método de Pettitt . . . . .	11
4.4 Redes de Função de Base Radial . . . . .	12
4.5 Considerações Finais . . . . .	12



## LISTA DE FIGURAS



## **LISTA DE TABELAS**



## INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

Importantes processos industriais, científicos e comerciais produzem sequências, potencialmente infinitas, de observações ao longo do tempo. Estas sequências são denominadas *fluxos de dados*. Podemos citar como exemplos: detecção de intrusos em uma rede de computadores, fluxo de transações financeiras, previsões do consumo de energia, etc (AGGARWAL et al., 2003).

Mudanças no contexto desses processos podem alterar o comportamento dos fluxos de dados produzidos. Essas flutuações são denominadas *mudanças de conceito* e geralmente sinalizam eventos de interesse, pois refletem alterações significativas no âmbito do processo gerador do fluxo (GAMA et al., 2014).

Um exemplo da importância da detecção de mudanças de conceito, é o monitoramento do abastecimento de uma caldeira industrial (Ang et al., 2013). Mudanças podem ocorrer, pois a alimentação de combustível é um processo manual, sensível e suscetível a interrupções. Além disso, diferentes operadores podem ter comportamentos distintos. Se tais mudanças não forem detectadas em tempo hábil, a vida dos trabalhadores pode ser posta em risco.

Nas últimas décadas, houve um grande aumento de interesse em algoritmos que sejam capazes de aprender a partir de fluxos de dados. O aumento de interesse levou à proposição de um amplo número de algoritmos de aprendizado para diversas tarefas, como classificação, agrupamento e detecção de anomalias (GAMA et al., 2014; GUHA et al., 2003).

Dentre os algoritmos desenvolvidos, parte majoritária, utilizou a abordagem *batch* (GAMA, 2010). No cenário *batch*, uma base corretamente rotulada está disponível para a fase de aprendizado. Após o processamento dessa base, um modelo é gerado e utilizado para fazer previsões sobre futuras amostras. Nesse tipo de cenário, pressupõe-se que os exemplos são gerados de acordo com uma distribuição de probabilidade estacionária, isto é, sem mudanças de conceito (GAMA, 2010).

Existem diversos algoritmos para detectar mudança de conceito, sendo a maior parte baseado em modelos de aprendizagem supervisionados (GAMA et al., 2014). Estes algoritmos, baseiam-se na correta rotulagem dos dados para atualização do modelo e posterior classificação. No entanto, este paradigma enfrenta dificuldades quando os dados são produzidos em altas frequências e grandes volumes, tornando a espera por um rótulo correto inviável. Esta limitação motivou os pesquisadores a explorarem o paradigma não supervisionado, que não requer conhecimento prévio sobre os dados.

O aprendizado não supervisionado baseia-se em algoritmos de agrupamento de dados para extração e organização das observações, posicionando-as conforme medições de similaridade. Tais algoritmos consideram mudanças nas partições dos *clusters* um indicativo da ocorrência de mudança de conceito (AGGARWAL et al., 2003). Isto é, a partição produzida no instante  $t$  é comparada com a  $t - 1$ , obtendo-se uma medida de divergência, utilizada para indicar a ocorrência ou não de mudança de conceito.

No entanto, algoritmos não supervisionados carecem de fundamentação teórica para prover garantias à detecção de mudanças de conceitos. A maioria deles compara partições consecutivas usando alguma heurística. Contudo, as divergências não estão necessariamente associadas a mudanças nos dados (e, conseqüentemente, ao processo), podendo também ser produzidas por instabilidades do algoritmo. Por exemplo, algoritmos como STING (WANG; YANG; MUNTZ, 1997) e o CluStream (AGGARWAL et al., 2003) podem produzir diferentes partições de clustering para as mesmas observações de dados devido à parametrização randômica do K-means utilizado. Este cenário pode aumentar a ocorrência de falsos positivos na detecção de mudanças de conceito.

Enquanto pequenas mudanças são vistas como uma instabilidade natural dos dados, mudanças significativas denotam alterações no processo gerador do fluxo. A detecção destas mudanças - que podem ser abruptas (mais fácil de ser detectada), incrementais ou graduais (TSYMBAL, 2004) - é a principal motivação para os pesquisadores em *concept drift*.

## 1.2 HIPÓTESE E OBJETIVO

Considerando as observações da seção anterior, a seguinte hipótese foi elaborada:

*“A aplicação de redes de função de base radial sobre fluxos de dados, permite a detecção de mudanças de conceito, sem requerer manutenção de estados prévios, de forma ágil e com baixos requisitos de processamento.”*

O objetivo deste trabalho será o desenvolvimento e validação da hipótese. Para tanto, será desenvolvido um algoritmo para detecção de mudanças de conceito baseado em redes de função de base radial. Este algoritmo diferencia-se por realizar a escolha do centros de forma *online*, conforme novas entradas são recepcionadas e por apresentar um raio dinâmico. A ativação de novos centros é usado como indicador para possíveis mudanças de conceito.



O algoritmo implementado será comparado com o estado da arte. Os fluxos de dados utilizados nos experimentos, serão divididas em dois conjuntos. Um conjunto formado por séries sintéticas, para análise das características métricas da técnica proposta. E outro conjunto, formado por datasets oriundos de aplicações de aprendizagem de máquina do mundo real que apresentam mudanças de conceito.

Este trabalho está organizado conforme a seguinte estrutura: O **Capítulo 2** possui uma revisão bibliográfica dos principais conceitos utilizados neste trabalho como, por exemplo, fluxos de dados, mudança de conceito e principais algoritmos; No **Capítulo 3** o plano de pesquisa definido é detalhado, identificando a metodologia que será aplicada e o cronograma de atividades. Por fim, o **Capítulo 4**, apresenta um conjunto de experimentos preliminares e a análise dos resultados obtidos em relação ao estado da arte.



## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Nas próximas seção, introduziremos os campos de fluxos de dados e detecção de mudança de conceito, tópicos importante no escopo deste trabalho. Por fim, apresentamos trabalhos relacionados encontrados na literatura.

### **2.2 FLUXOS DE DADOS**

Fluxos de dados podem ser definidos como sequências abertas de dados produzidos continuamente (PAVLIDIS et al., 2011). Normalmente, supõe-se que eles são produzidos em grandes volumes e em altas frequências. Alguns sistemas do mundo real produzem fluxos de dados, como os associados à telecomunicação empresas, sistemas bancários, mercado de ações, redes de sensores, satélites meteorológicos, Grande Colisor de Hádrons, etc (GUHA et al., 2003). Tais fluxos podem ser estudados e analisados continuamente, a fim de obter informações dos fenômenos responsáveis para gerá-los e, portanto, modelar e prever seu comportamento. No contexto desta tese, os fluxos de dados são representados como sequências de observações  $x_1, \dots, x_I, \dots, x_n$ , em que cada a observação é um vetor de  $d$  atributos reais, isto é,  $x_i \in \mathbb{R}^d$ .

Dada a alta frequência possível que os dados são produzidos, os algoritmos para processar streams sofrem restrições em sua complexidade de tempo, uma vez que o algoritmo não pode executar operações exigentes durante o processamento de cada observação de dados, caso contrário a análise do fluxo seria afetada (BAENA-GARCÍA et al., 2006).

Outra restrição está associada à natureza infinita dos fluxos - uma vez que a memória do computador é limitada, apenas as informações de dados ou mais importantes devem ser armazenadas. Devido a essas duas restrições, os algoritmos do fluxo de dados devem analisar os dados coletados, armazenar suas características ou informações relevantes e descartá-los a seguir. Portanto, as observações de dados devem ser processadas em uma única passagem, ou seja, de uma maneira inteiramente diferente dos conjuntos de dados tradicionais, cujas observações são completamente armazenadas na memória e processadas várias vezes, como um lote.

## 2.3 MUDANÇA DE CONCEITO

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 2.3.1 Algoritmos para Detecção de Mudança de Conceito

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 2.3.2 Ferramentas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## 2.4 REDES DE FUNÇÃO DE BASE RADIAL

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit

blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## 2.5 TRABALHOS RELACIONADOS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



## **PLANO DE PESQUISA**

### **3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **3.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

#### **3.2.1 Atividades de Pesquisa**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut

porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



## **EXPERIMENTOS INICIAIS**

### **4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **4.2 CONFIGURAÇÃO DOS EXPERIMENTOS**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **4.3 MÉTODO DE PETTITT**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut

porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

#### **4.4 REDES DE FUNÇÃO DE BASE RADIAL**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

#### **4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGGARWAL, C. C. et al. A framework for clustering evolving data streams. In: *Proceedings of the 29th International Conference on Very Large Data Bases - Volume 29*. VLDB Endowment, 2003. (VLDB '03), p. 81–92. ISBN 0-12-722442-4. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1315451.1315460>.
- Ang, H. H. et al. Predictive handling of asynchronous concept drifts in distributed environments. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 25, n. 10, p. 2343–2355, Oct 2013. ISSN 1041-4347.
- BAENA-GARCÍA, M. et al. Early drift detection method. In: *In Fourth International Workshop on Knowledge Discovery from Data Streams*. [S.l.: s.n.], 2006.
- GAMA, J. *Knowledge Discovery from Data Streams*. 1st. ed. [S.l.]: Chapman & Hall/-CRC, 2010. ISBN 1439826110, 9781439826119.
- GAMA, J. a. et al. A survey on concept drift adaptation. *ACM Comput. Surv.*, ACM, New York, NY, USA, v. 46, n. 4, p. 44:1–44:37, mar. 2014. ISSN 0360-0300. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2523813>.
- GUHA, S. et al. Clustering data streams: Theory and practice. *IEEE Trans. on Knowl. and Data Eng.*, IEEE Educational Activities Department, Piscataway, NJ, USA, v. 15, n. 3, p. 515–528, mar. 2003. ISSN 1041-4347. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/TKDE.2003.1198387>.
- PAVLIDIS, N. G. et al.  $\lambda$ -perceptron: An adaptive classifier for data streams. *Pattern Recogn.*, Elsevier Science Inc., New York, NY, USA, v. 44, n. 1, p. 78–96, jan. 2011. ISSN 0031-3203. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.patcog.2010.07.026>.
- TSYMBAL, A. *The Problem of Concept Drift: Definitions and Related Work*. [S.l.], 2004.
- WANG, W.; YANG, J.; MUNTZ, R. R. Sting: A statistical information grid approach to spatial data mining. In: *Proceedings of the 23rd International Conference on Very Large Data Bases*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1997. (VLDB '97), p. 186–195. ISBN 1-55860-470-7. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=645923.758369>.