



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 CONTÍNUOS 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 CONTÍNUOS 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 CONTÍNUOS 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

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.

Palavras-chave: Aprendizado de Máquina, fluxos contínuos de dados, Mudanças de Conceito, Redes de Função de Base Radial, Não supervisionado

ABSTRACT

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.

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

SUMÁRIO

Capítulo 1—Introdução	1
1.1 Contexto e Motivação	1
1.2 Hipótese e Objetivo	2
Capítulo 2—Revisão Bibliográfica	5
2.1 Considerações Iniciais	5
2.2 fluxos contínuos 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
Capítulo 3—Plano de Pesquisa	9
3.1 Considerações Iniciais	9
3.2 Descrição do Problema	9
3.2.1 Atividades de Pesquisa	9
3.3 Considerações Finais	10
Capítulo 4—Experimentos Iniciais	11
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

Vivemos em uma era cuja a velocidade e a quantidade de dados produzidos são enormes. De acordo com relatório da IDC (ZWOLENSKI; WEATHERILL, 2014), os dados gerados em 2014 eram estimados em 4,4 zettabytes (trilhões de gigabytes) e este número tendia a um crescimento exponencial. O mesmo relatório prevê que em 2020 este número será de 44 zettabytes.

Em muitos contextos, os dados são produzidos em sequências de registros, denominados **eventos**, disponíveis ao longo do tempo, em uma determinada ordem (FELGENBAUM et al., 2003). Essas séries de dados são normalmente de alta frequência e potencialmente infinitas. Sendo denominadas como Fluxos Contínuos de Dados (FCDs).

Exemplos de aplicações que produzem FCDs incluem: transações enviadas por processadores de cartões de crédito, detecção de temperatura por centros de monitoramento climático, operações no mercado de ações, monitoramento do coração, etc (AGGARWAL et al., 2003).

Nos últimos anos, técnicas de aprendizado de máquina aplicadas a fluxos contínuos de dados têm se tornado um tema de interesse entre diversos pesquisadores. A principal característica nestes cenários é a necessidade de respostas que atendam a severas restrições de tempo (GAMA, 2010). Por exemplo, um classificador deve fornecer um resultado para um determinado evento antes que o próximo ocorra. Caso isso não aconteça, alguns eventos podem ficar sem classificação.

Outra dificuldade encontrada nesses ambientes é a mudança na distribuição dos dados. Este problema é conhecido como mudança de conceito (*concept drift*) (GAMA, 2010). Estas mudanças são classificadas conforme a velocidade com que ocorrem. Mudanças de conceito **abruptas** identificam transições rápidas entre conceitos. Transições mais lentas, são ditas **graduais**.

Para fins de exemplificação, suponhamos que o histórico de transações via cartão de crédito de determinado cliente seja armazenado. Este cliente, ao longo de vários anos, utiliza o cartão apenas para comprar alimentos, sempre em uma mesma região da cidade.

A partir dessas informações, um modelo é construído. Contudo, não é coerente considerar que esse perfil jamais será modificado.

Diante deste contexto, devemos considerar as seguintes situações: 1) Abruptamente, esse cliente compra vários eletrônicos em outro país. Neste caso, compete aos métodos de detecção identificar se houve uma fraude ou se o cliente está apenas viajando e aproveitando ofertas. 2) Gradualmente, o mesmo cliente passa a utilizar o cartão para compras de passagens aéreas e diminui paulatinamente a utilização para compra de alimentos. Após certo período, o perfil de compra estará completamente renovado. Assim, cabe novamente aos métodos de detecção identificar a mudança de comportamento e emitir um alerta, para que o modelo construído seja atualizado.

Diversas abordagens e algoritmos para detecção de mudanças de conceito foram propostos na literatura. Cada uma dessas técnicas possui características e parâmetros diferentes que visam aumentar sua eficiência, conforme a natureza dos dados e do tipo de mudança que se deseja otimizar. Essas técnicas geralmente utilizam os resultados de um ou mais classificadores para identificar a mudança de conceito. A mudança é indicada quando a quantidade de erros de classificação supera os acertos a partir de uma determinada métrica.

Algoritmos que adotam esta abordagem incluem: DDM (GAMA et al., 2004), EDDM (BAENA-GARCÍA et al., 2006), ADWIN (BIFET; GAVALDA, 2007), ECDD (ROSS et al., 2012), PL (BACH; MALOOF, 2008), FCWM (SEBASTIAO et al., 2010), PHT (PAGE, 1954), STEPDP (NISHIDA; YAMAUCHI, 2007) e DOF (SOBHANI; BEIGY, 2011). Adicionalmente, (SEBASTIAO; GAMA, 2009) fazem um estudo comparativo entre alguns desses métodos e destacam vantagens e desvantagens em diferentes situações.

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 contínuos 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 contínuos 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 contínuos 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 contínuos 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 CONTÍNUOS DE DADOS

fluxos contínuos 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 contínuos 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 contínuos 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>.
- 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.
- FEIGENBAUM, J. et al. An approximate l1-difference algorithm for massive data streams. *SIAM J. Comput.*, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, USA, v. 32, n. 1, p. 131–151, jan. 2003. ISSN 0097-5397. Disponível em: <https://doi.org/10.1137/S0097539799361701>.
- GAMA, J. *Knowledge Discovery from Data Streams*. 1st. ed. [S.l.]: Chapman & Hall/-CRC, 2010. ISBN 1439826110, 9781439826119.
- 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. λ -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>.
- ZWOLENSKI, M.; WEATHERILL, L. The digital universe rich data and the increasing value of the internet of things. *Australian Journal of Telecommunications and the Digital Economy*, v. 2, 10 2014.