



Universidade do Estado do Amazonas
Escola Superior de Tecnologia

Programa de Apoio à Iniciação Científica
(PAIC/FAPEAM/UEA)

**Previsão da Cota do Rio Negro
Utilizando Redes Neurais Artificiais**
(Título do Projeto)

Janderson do Nascimento Lira
janderson.nlira@gmail.com
(Aluno)

Profa. Dra. Elloá Barreto Guedes da Costa
elloa.uea@gmail.com
(Orientadora)

Manaus – Amazonas – Brasil
25 de maio de 2016

Sumário

1	Introdução	3
2	Justificativa	5
3	Objetivos	6
4	Metodologia	6
5	Cronograma das Atividades	7
	Referências	7

1 Introdução

Para lidar com problemas que não se conhece uma solução analítica, uma estratégia amplamente utilizada é usar dados sobre esse problema na tentativa de elaborar uma solução empírica. Esta abordagem é amplamente utilizada por muitas áreas da Ciência, Engenharia, Economia e outras áreas do conhecimento (ABU-MOSTAFA; MAGDON-ISMAIL; LIN, 2012).

O *Aprendizado de Máquina* (AM) é uma subárea da Inteligência Artificial que lida com a elaboração de soluções empíricas com a utilização de modelos e métodos computacionais que aprendem a partir de dados. Neste contexto, o termo “aprender” adquire uma conotação de aumentar a performance sobre uma tarefa em relação à um momento anterior (WITTEN; FRANK; HALL, 2011).

O AM utiliza-se de teorias estatísticas na elaboração destes modelos e métodos, pois a sua principal tarefa consiste na elaboração de inferências a partir de amostras. Além da Estatística, a Ciência da Computação também possui um papel relevante no Aprendizado de Máquina, pois é necessário construir algoritmos eficientes para diversas tarefas, tais como para lidar com um grande volume de dados, para realizar o treinamento, para inferência, etc (ALPAYDIN, 2010).

Em relação aos tipos de tarefas em que se pode aprender com os dados, há duas classificações possíveis: as *tarefas de previsão* e as *tarefas de classificação*. Nas tarefas de previsão, a meta é encontrar um modelo a partir dos dados de treinamento que possa ser utilizado para prever um valor que caracterize um novo exemplo, com base nos valores de seus atributos de entrada. No caso das tarefas de classificação, a meta é explorar ou descrever um conjunto de dados (FACELI et al., 2015).

Os modelos e métodos do AM utilizados nas tarefas de natureza preditiva seguem o *paradigma de aprendizado supervisionado*. De acordo com este paradigma, o conjunto de dados contém exemplos explícitos da saída correta para determinadas entradas. No caso das tarefas de classificação, os modelos e métodos seguem o *paradigma de aprendizado não supervisionado*, no qual o objetivo é detectar espontaneamente padrões ou alguma estrutura a partir da própria entrada (ABU-MOSTAFA; MAGDON-ISMAIL; LIN, 2012).

O ferramental de modelos e métodos utilizados pela AM é extenso. Para as tarefas de previsão, destacam-se as árvores de decisão, as redes neurais, as máquinas de vetores de suporte, os algoritmos genéticos e as redes Bayesianas. No caso das tarefas de classificação, um vasto conjunto de técnicas de agrupamento encontra-se disponível na literatura (HAYKIN, 2009).

Existem várias aplicações bem-sucedidas de técnicas de Aprendizado de Máquina na solução de problemas reais. Algumas das áreas beneficiadas com estas aplicações são: Agropecuária, Bioinformática, Ecologia e Meio Ambiente, Energia, Finanças, Robótica, Medicina, dentre diversas outras (FACELI et al., 2015).

No escopo deste projeto de iniciação científica, pretende-se considerar a utilização de uma das técnicas da Aprendizagem de Máquina, as Redes Neurais Artificiais, para lidar com o problema da previsão da cota do Rio Negro. Para tanto, uma visão geral do contexto deste problema será apresentada a seguir.

A Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, com uma área de aproximadamente cinco milhões de quilômetros quadrados. De toda a área, cerca de 60% localiza-se em território brasileiro, compreendendo três milhões, oitocentos e cinquenta mil quilômetros quadrados, que representam 45% do território nacional (GONÇALVES, 2001). Os principais rios dessa bacia são: Rio Amazonas, Rio Negro, Rio Solimões, Rio Xingu, Rio Madeira, Rio Tocantins, Rio Japurá, Rio Juruá, Rio Purus, Rio Tapajós, Rio Branco, Rio Jari e Rio Trombetas. Um mapa que enfatiza a parte brasileira da Bacia Amazônia e os rios mencionados pode ser visto na Figura 1.

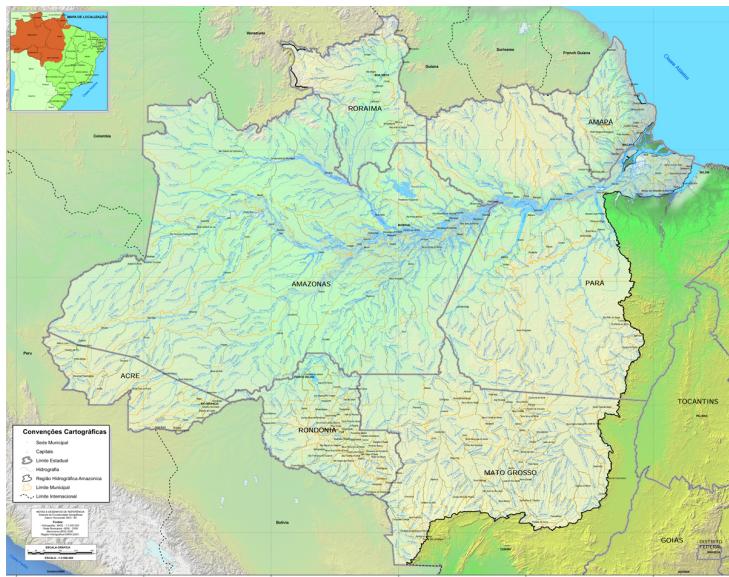


Figura 1: Parte Brasileira da Bacia Amazônica. Fonte: Agência Nacional de Águas

A Bacia Amazônica possui um papel importante no transporte hidroviário no estado do Amazonas. Em um contexto histórico, a malha fluvial desta bacia foi determinante na forma de ocupação e determinou a localização da grande maioria das cidades que se afixaram nas margens dos rios (KUWAHARA; NETO; ABENSUR, 2012). Atualmente, esta bacia possui um total de 22 mil quilômetros navegáveis, sendo utilizados para o transporte de pessoas e mercadorias na região (ANTAQ, 2013).

O Rio Negro, em particular, é o maior afluente da margem esquerda do Rio Amazonas. Às suas margens localiza-se a cidade de Manaus, na qual o Porto de Manaus constitui a principal porta de entrada para o Estado do Amazonas. Este rio é navegável por 720km acima de sua foz. Sua profundidade pode variar drasticamente, especialmente no período de seca, nos quais a profundidade de determinados pontos chega ao nível de apenas 1 metro. No Porto de Manaus são efetuadas medidas diárias da cota do Rio Negro (MANAUS, 2016). Um registro de várias cotas históricas encontra-se afixado em determinado ponto deste porto, conforme mostra a Figura 2.

O problema da previsão de dados hidrológicos já foi abordado por diversos trabalhos de Aprendizado de Máquina (LORRAI; SECHI, 1995), considerando até mesmo bacias hidrográ-



Figura 2: Cota do Rio Negro no Porto de Manaus. Fonte: a própria autora.

ficas de pequeno porte (SOUSA; SOUSA, 2010). No caso da Bacia Amazônica, considerando o caso particular do Rio Negro pela sua importância estratégica para a cidade de Manaus, os trabalhos que endereçam a previsão de sua cota e até mesmo a relação desta com a chuva ainda são incipientes e mais pesquisas nesta direção precisam ser realizadas.

2 Justificativa

A realização de um projeto de iniciação científica desta natureza é importante por diversas razões. Primeiramente, ressalta-se o *aspecto aplicado da pesquisa*, na qual dados reais do Rio Negro serão utilizados para treinar um algoritmo de Aprendizado de Máquina. Os resultados obtidos poderão ser divulgados junto a especialistas na área de Hidrologia, por exemplo, para analisar a viabilidade da sua utilização como referência na cidade de Manaus. Esta é uma maneira de divulgar o trabalho realizado na instituição junto à sociedade.

Levando em conta a utilização da Aprendizagem de Máquina, a execução deste projeto irá propiciar ao estudante a possibilidade de *lidar com questões da Inteligência Artificial* que incluem, por exemplo, configurar e treinar modelos, comparar resultados obtidos por modelos diferentes, investigar resultados recentes apresentados na literatura, dentre outros.

Outros dos aspectos que ressaltam a relevância da execução deste trabalho é a sua *motivação prática e interdisciplinaridade*. O aluno estará engajado na resolução de uma questão prática da cidade em que ele reside, cujos resultados podem vir a ter um impacto positivo para todos os cidadãos. No tocante à interdisciplinaridade, a realização deste projeto irá favorecer as discussões e interações com professores, principalmente da área de Meteorologia, propiciando uma troca de conhecimentos. Isto é enriquecedor para o discente, pois poderá lidar com conceitos de outras áreas, aplicando métodos e técnicas próprios da Computação, construindo um espaço de cooperação.

A realização deste projeto de iniciação científica permitirá ao estudante a *vivência de conceitos* de diversas disciplinas, o *desenvolvimento de uma aplicação prática* de técnicas, métodos e modelos da Aprendizagem de Máquina e irá ampliar seus horizontes para que possa vislumbrar a possibilidade de seguir *carreira acadêmica* em Computação.

Para a docente e proponente deste projeto de iniciação científica, a possibilidade de consolidar um trabalho desta natureza permitirá o *aprofundamento em uma área de pesquisa*, o que contribuirá para a ampliação do seu escopo de atuação na área de Computação e que também irá colaborar para fortalecer o grupo de pesquisa da instituição na qual a docente está engajada.

3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é utilizar redes neurais artificiais para prever a cota do Rio Negro. Para alcançar esta meta, alguns objetivos específicos precisam ser contemplados, a citar:

1. Formular um referencial teórico sobre Redes Neurais, incluindo seu funcionamento, características, tipos, treinamento e utilização;
2. Montar uma base de dados sobre a cota do Rio Negro;
3. Propor, treinar e testar diferentes redes neurais para prever a cota do Rio Negro;
4. Analisar e avaliar a qualidade das redes neurais para o problema em questão.

4 Metodologia

A metodologia para o desenvolvimento deste projeto de iniciação científica consiste, inicialmente, no *estudo dos conceitos sobre redes neurais*. Para tanto, o aluno irá considerar a literatura desta área para entender as bases biológicas deste modelo computacional, como funcionam, quais as características e os diferentes tipos. Além disso, irá considerar com mais detalhes os aspectos de treinamento destas redes, especialmente considerando o algoritmo *backpropagation* de Levenberg-Marquadt. É importante enfatizar que esta etapa também contempla o aprendizado da manipulação de ambientes computacionais ou bibliotecas para lidar com o modelo de computação considerado.

O próximo passo do trabalho considerará a *preparação da base de dados* sobre o problema. Nesta etapa, o aluno irá consultar a literatura e órgãos especializados para obter dados sobre a cota do Rio Negro e sobre variáveis meteorológicas, relacionando-as de acordo com o período de tempo. Quanto às variáveis meteorológicas, é possível fazer uso do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMET), mantido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (INMET, 2016). Para os dados da cota do Rio Negro, a Superintendência Estadual de Navegação, Portos e Hidrovias poderá ser consultada.

Levando em conta as duas tarefas realizadas previamente, o aluno irá *treinar e testar as redes neurais* para o problema em questão, considerando diferentes arquiteturas para as mesmas. A base de dados será utilizada para aprendizado, ficando uma parte da mesma reservada para os testes de predição. A saída da rede neural será um valor correspondente à cota do Rio Negro prevista para um determinado instante de tempo. Nesta etapa, sempre que possível serão consideradas métricas sobre o desempenho das redes construídas.

Em seguida, será realizada a *avaliação dos resultados*. Nesta etapa, métricas como erro médio quadrático e acurácia serão utilizadas para mensurar a adequação das referidas redes para o problema em questão. Será possível, também, comparar as redes entre si e eleger um subconjunto mais adequado para o referido cenário.

Além das atividades relatadas, não se pode deixar de mencionar a *produção dos relatórios* parcial e final, que são essenciais para o andamento do projeto. Esta atividade possuirá um acompanhamento mais minucioso e utilizará artefatos produzidos ao longo do andamento do projeto para a composição destes relatórios.

5 Cronograma das Atividades

Uma visão geral do cronograma das atividades a serem desenvolvidas ao longo deste projeto podem ser vistas na Tabela 1. Elas possuem relação com as atividades listadas na Seção 4, a qual detalha a metodologia que o projeto de pesquisa deverá seguir.

Tabela 1: Cronograma de atividades levando em consideração os doze meses (08/2014 a 07/2015) para a realização do PAIC.

	2016						2017					
	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07
Estudo dos Conceitos sobre Redes Neurais	X	X	X									
Preparação da Base de Dados			X	X								
Treinar e Testar as Redes Neurais					X	X	X	X	X	X		
Avaliação dos Resultados										X	X	
Produção dos Relatórios						X						X

Referências

ABU-MOSTAFA, Y. S.; MAGDON-ISMAIL, M.; LIN, H.-T. *Learning from Data – A Short Course*. Estados Unidos: AML Book, 2012.

- ALPAYDIN, E. *Introduction to Machine Learning*. 2. ed. Cambridge: The MIT Press, 2010.
- ANTAQ, A. N. D. T. A. *Bacia Amazônica – Plano de Integração Hidroviária*. 2013.
- FACELI, K. et al. *Inteligência Artificial – Uma abordagem de aprendizado de máquina*. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2015.
- GONÇALVES, C. W. P. *Amazônia, Amazônias*. Manaus: Editora Pearson, 2001.
- HAYKIN, S. *Neural Networks and Learning Machines*. 3. ed. New Jersey: Pearson, 2009.
- INMET. *Instituto Nacional de Meteorologia INMET*. 2016. <<http://www.inmet.gov.br>>. Acessado em 25 de maio de 2016.
- KUWAHARA, N.; NETO, J. C. do L.; ABENSUR, T. da C. Modelagem de previsão de navegabilidade em rios da amazônia: ferramenta web de suporte aos usuários do transporte aquaviário. *Journal of Transport Literature*, v. 6, n. 3, p. 60–89, 2012.
- LORRAI, M.; SECHI, G. M. Neural nets for modelling rainfall-runoff transformations. *Water Resources Management*, v. 9, n. 4, p. 299–313, 1995.
- MANAUS, P. de. *Porto de Manaus – Institucional*. 2016. <<http://www.portodemanaus.com.br>>. Acessado em 25 de maio de 2016.
- SOUZA, W. dos S.; SOUSA, F. de A. S. de. Rede neural artificial aplicada à previsão de vazão da bacia hidrográfica do rio Piancó. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 2, p. 173–180, 2010.
- WITTEN, I. H.; FRANK, E.; HALL, M. A. *Data mining : practical machine learning tools and techniques*. 3. ed. Estados Unidos: Elsevier, 2011.