

## ANÁLISE DE DADOS DE PLUVIOMETRIA E FLUVIOMETRIA DA BACIA AMAZÔNICA

Douglas Almeida de Oliveira<sup>1</sup>; Davidson Martins Moreira<sup>2</sup>; Erick Giovani Sperandio Nascimento<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bolsista do projeto HPC-FAPESB no Centro de Competência em Inteligência Artificial do SENAI CIMATEC; douglas.o@fbter.org.br

<sup>2</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; davidson.moreira@fieb.org.br; erick.sperandio@fieb.org.br

### RESUMO

Muito se fala sobre os impactos das mudanças climáticas ao redor do mundo. Quais impactos essas mudanças causam no regime de chuvas e no nível dos rios da Bacia Amazônica? Para responder essa questão, buscamos construir um método para analisar dados históricos e prever níveis futuros utilizando uma abordagem de inteligência artificial, juntamente com os dados disponibilizados publicamente pela Agência Nacional de Águas. A pesquisa já passou pelo processo de análise exploratória e agora se encaminha para a construção de modelos de IA. Com isso, foi possível verificar o comportamento do Rio Negro em diversos pontos do seu curso, bem como as condições climáticas com base na quantidade de chuvas de cada estação analisada.

**PALAVRAS-CHAVE:** pluviometria, fluviometria, bacia amazônica, inteligência artificial.

### 1. INTRODUÇÃO

A região da Amazônia sempre foi amplamente explorada e seus recursos vendidos como matéria-prima para fábricas em outras regiões e em outros países. Por conta disso, no final do século XIX, se fez necessário a construção de um local onde embarcações de qualquer tamanho tivessem um local para atracar. Localizado na margem esquerda do Rio Negro, o porto de Manaus, que teve sua construção iniciada em 1902 e finalizada em 1919, é o maior porto flutuante do mundo e tem capacidade para operar 4 navios em qualquer época do ano e 7 nos períodos de cheia.<sup>1</sup>

A predição das cotas fluviométricas e pluviométricas é fundamental para a socioeconomia da região amazônica e para a navegação, uma vez que é o principal meio de entrada e saída de mercadorias e turistas. Muito se fala sobre os impactos das mudanças climáticas ao redor do mundo. Quais impactos essas mudanças causaram e ainda causam no regime de chuvas e no nível dos rios da Bacia Amazônica? Como essas mudanças impactam na sociedade e no comportamento dos fenômenos naturais?

Partindo dessa ideia, o objetivo deste projeto é criar modelos capazes de prever qual é o volume de chuvas e o nível dos rios para meses e anos à frente, numa frequência mensal, utilizando uma abordagem de inteligência artificial e deep learning, junto aos dados históricos de anos e décadas passadas. Essa previsão nos permite ter um melhor planejamento para os períodos de seca e de cheia, tomar atitudes para minimizar o impacto de desastres como enchentes ou em períodos de chuva mais forte, além de também ser relevante para projetos de obras ao longo das margens do rio e para a própria navegação turística e econômica da região.

### 2. METODOLOGIA

Este estudo se trata da análise da fluviometria e da pluviometria do Rio Negro. Segundo a resolução ANEEL nº 397/98,<sup>2</sup> fluviometria é o *monitoramento limnimétrico contínuo em um determinado local do curso d'água*, por outro lado, pluviometria se trata do *monitoramento contínuo da precipitação de chuva em um determinado local*. Optamos por utilizar o Rio Negro como objeto de estudo por se tratar do maior afluente do Rio Amazonas.

Os dados foram retirados do Portal HidroWeb,<sup>3</sup> que é uma ferramenta do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e oferece o acesso às informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), reunindo dados de níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos e localização das estações de coletas.

Das estações dispostas no Rio Negro, foram analisados dados de 15 estações fluviométricas e 10 pluviométricas. As estações fluviométricas são: Airão, Barcelos, Barcelos 2, Cucuí, Curicuriari, Manaus, Manaus 2, Moura, Novo Airão, São Felipe, São Gabriel da Cachoeira, São Gabriel da Cachoeira 2, Serrinha, Tapuruquara e Tatu Paricatuba. Já as estações pluviométricas são: Airão, Barcelos, Barcelos 2, Cucuí, Curicuriari, Manaus, Moura, Novo Airão, São Felipe e São Gabriel da Cachoeira. A localização das estações pode ser consultada no mapa disponível em: [encurtador.com.br/gSBRZ](http://encurtador.com.br/gSBRZ).<sup>4</sup> O mapa foi construído no Google Maps utilizando as informações de coordenadas de cada estação disponíveis no HidroWeb.

Cada registro fluviométrico conta com os seguintes dados:

- Consistência: bruto ou consistido
  - Cota diária: nível da água de cada dia do mês
  - Status da cota: branco, real, estimado, duvidoso ou régua seca
  - Tipo de medição: escala, linígrafo, data logger
  - Média mensal
  - Dia em que houve a máxima mensal e a cota da mesma
  - Dia em que houve a mínima mensal e a cota da mesma
- Cada registro pluviométrico conta com os seguintes dados:

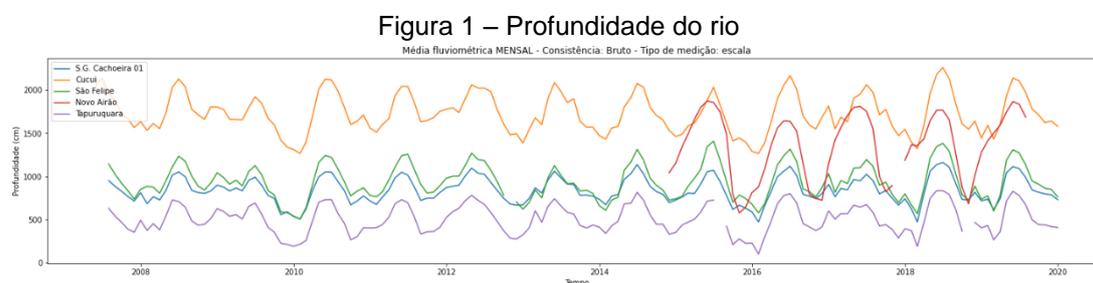
- Precipitação diária em mm<sup>3</sup> (milímetros cúbicos)
- Consistência: bruto ou consistido
- Tipo de medição: pluvímetro, pluviógrafo ou data logger
- Dia em que houve a maior precipitação do mês
- Total de dias em que houveram precipitação
- Status: branco, real, estimado, duvidoso ou acumulado
- Total mensal

Para este estudo consideramos as leituras brutas das médias e totais mensais. Também notamos que todos as medições do nível de água são do tipo escala e as medições de precipitação são do tipo pluvímetro.

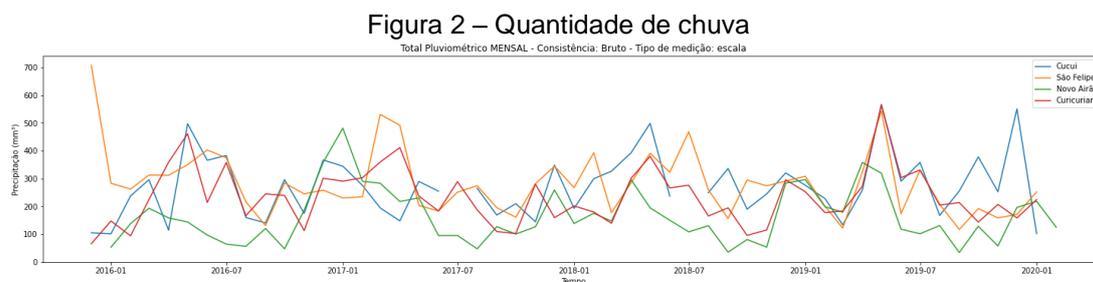
Os dados estão espalhados por diversos períodos de tempo, variando de setembro de 1902, que coincide com o início da construção do porto de Manaus, a janeiro de 2020 e tendo uma maior quantidade de 1980 até 2020.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, podemos observar o comportamento do rio ao longo de 5 estações. Aqui podemos ver claramente o período de seca, que acontece no final do ano, e o período de cheia, que acontece na metade do ano. Esse mesmo padrão se repete para todas as estações analisadas, diferindo apenas no nível de acordo com a profundidade do leito do rio nas diferentes localidades.



O mesmo não pode ser observado para o período de chuvas, que não segue um padrão definido. Podemos observar na figura 2 que existe uma tendência de aumento de precipitação a partir do 2º semestre de cada ano, mas não coincide com o ciclo de profundidade do rio, que é também influenciado por fatores que acontecem em sua nascente, na Colômbia, e que não são levados em consideração nos datasets analisados.



### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa pesquisa foi feita a análise exploratória dos dados para entendermos quais dados temos e como podemos organizá-los afim de obter informações. Como a pesquisa ainda está em andamento, o próximo passo é construir um modelo para prever 12 timesteps a frente (um ano), utilizando uma abordagem de múltiplas redes onde uma rede controla outras sub-redes que são responsáveis por prever 1 timestep.

A princípio, o objetivo é prever a média mensal, mas futuramente se almeja prever os valores semanais e diários, buscando uma relação entre os fenômenos além de expandir a previsão para outros rios da mesma bacia.

### Agradecimentos

Agradeço ao Centro de Referência em Inteligência Artificial (CRIA), ao Centro de Supercomputação para Inovação Industrial (CS2i), ambos do SENAI CIMATEC, por permitir que eu e vários outros colegas tivéssemos contato com novas tecnologias e acesso a uma infraestrutura robusta e completa para desenvolver os trabalhos com supercomputação. Além da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio financeiro.

### 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> História do Porto de Manaus. Disponível em <<https://www.portodemanaus.com.br/?pagina=historia>>. Acesso em: 11 de abr. de 2021
- <sup>2</sup> Orientações para envio dos dados hidrológicos coletados durante a resolução ANEEL\_396\_1998. Disponível em: <[https://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/OrientacoesParaEnvioDosDadosHidrologicosColetadosDuranteaResolucaoANEEL\\_396\\_1998.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/OrientacoesParaEnvioDosDadosHidrologicosColetadosDuranteaResolucaoANEEL_396_1998.pdf)>. Acesso em: 01 de dez. de 2020.
- <sup>3</sup> Portal HidroWeb. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 01 de dez. de 2020.
- <sup>4</sup> Mapa das estações. Disponível em: <[https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1t7\\_CgUM05FCc7mGLwWpWVxweBOQoWyYf&ll=-0.9621944055287902%2C-63.6318&z=7](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1t7_CgUM05FCc7mGLwWpWVxweBOQoWyYf&ll=-0.9621944055287902%2C-63.6318&z=7)>. Acesso em: 01 de dez. de 2020.