



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Monitoramento Das Bacias Hidrográficas Do Brasil

Gabriel de Oliveira Silva

Juliana Anochi Aparecida

Relatório final da Bolsa de Iniciação Científica, orientada pelo(a) Juliana Anochi Aparecida.

INPE
Cachoeira Paulista

2021

RESUMO

O território brasileiro é dividido em cinco grandes regiões, as quais são afetadas por regimes tropicais, subtropicais e de latitudes médias, com grande variedade de padrões climáticos. Tais condições interferem no comportamento principalmente das principais variáveis climáticas, como precipitação, temperatura e umidade. A precipitação é um dos grandes ponderadores socioeconômico, pois seu impacto é observado no setor agrícola, construção civil, geração de energia hidrelétrica, gestão pública e muitos outros. Um dos muitos problemas enfrentados está atrelado ao fornecimento de energia elétrica, visto que a maior parte da matriz energética do país está associada a hidrelétricas e sua dependência com a regularidade dos índices pluviométricos, o monitoramento dos corpos d'água utilizadas em múltiplas atividades é imprescindível. Uma das bacias hidrográficas mais importantes no território nacional é a bacia do Rio São Francisco, pois a ela estão associados os programas de transposição de água para o Nordeste Brasileiro, usinas hidrelétricas em sua extensão (aproximadamente 11), indústria pesqueira e consumo residencial de água. Diante dos fatos mencionados, buscou-se identificar as variações mensais do volume de precipitação na Bacia de São Francisco. Foram utilizados dados diários de precipitação provenientes de diversas fontes: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), {Surface Synoptic Observations} (SYNOP) -- Estação Meteorológica Automática (EMA), INPE, entre outras.}

Palavras-chave: (Precipitação. Bacia Hidrográfica. Monitoramento)

ABSTRACT

The Brazilian territory is divided into five major regions, which are affected by tropical, subtropical and mid-latitude regimes, with a wide variety of weather patterns. Such conditions interfere with the behavior mainly of the main climatic variables, such as precipitation, temperature and humidity. Precipitation is one of the major socioeconomic factors, as its impact is observed in the agricultural sector, civil construction, hydroelectric power generation, public management and many others. One of the many problems faced is related to the supply of electricity, since most of the country's energy matrix is associated with hydroelectric power plants and their dependence on the regularity of rainfall indices, monitoring of water bodies used in multiple activities is essential. One of the most important river basins in the national territory is the São Francisco River basin, because it is associated with the programs of transposition of water to the Brazilian Northeast, hydroelectric plants in their extension (approximately 11), fishing industry and residential water consumption. Given these facts, we sought to identify monthly variations in precipitation volume in the São Francisco Basin. Daily rainfall data from various sources were used: National Institute of Meteorology (INMET), Surface Synoptic Observations (SYNOP) - Automatic Meteorological Station (EMA), INPE, among others.}Keywords: Atrophysics. Satellites. Earth.

Keywords: (Precipitation. Hydrographic basin. Monitoring.)

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1 – Máscara da Região da Bacia de São Francisco.	7
Figura 2 – Gráfico de precipitação acumulada e Previsão sobre Bacia de São Francisco.....	8
Figura 3 – Gráfico de precipitação acumulada e Previsão Global e Regional sobre Bacia de São Francisco.....	26
Figura 4 – Anomalia de Precipitação.....	27

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

CPTEC Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 Objetivo.....	2
3 Descrição do Referencial Teórico.....	3
4 Fundamentação teórica	3
5 Metodologia	7
6 Resultados.....	8
7 Conclusão.....	11
8 REFERÊNCIA.....	12

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta o andamento do projeto de acordo com que foi proposto. Foi realizado um levantamento das principais bacias hidrográficas do Brasil, assim como as ferramentas e os dados a serem utilizados no desenvolvimento do projeto.

Uma bacia Hidrográfica é uma região caracterizada por captar águas de chuva que escoam pela rede hidrográfica, a qual é formada pelos cursos d'água, tais como: ribeirões, riachos, rios, córregos e seus afluentes e subafluentes. O relevo e a hidrografia são dois aspectos importantes para a construção da bacia.

Devido à crise hídrica no país, se deu necessidade de novos estudos sobre as principais bacias hidrográficas em território nacional, com base em dados fornecidos e manipulados a partir de ferramentas específicas (Shell Script, Fortran e GrADS).

2 OBJETIVO

O presente projeto visa ter produtos referentes a todas as Bacias hidrográficas do país, para assim, poder ter conhecimento relativo a cada uma delas e, disponibilizar estes resultados no site do Cptec Inpe.

3 DESCRIÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

Uma Bacia Hidrográfica (ou Bacia de Drenagem) é uma região caracterizada por captar águas de chuva que escoam pela rede hidrográfica, a qual é formada pelos cursos d'água, tais como: ribeirões, riachos, rios, córregos e seus afluentes e subafluentes.

O território brasileiro é dividido em cinco grandes regiões, as quais são afetadas por regimes tropicais, subtropicais e de latitudes médias, com grande variedade de padrões climáticos. Tais condições interferem no comportamento principalmente das principais variáveis climáticas, como precipitação, temperatura e umidade. A precipitação é um dos grande ponderadores socioeconômico, pois seu impacto é observado no setor agrícola, construção civil, geração de energia hidrelétrica, gestão pública e muitos outros. Um dos muitos problemas enfrentados está atrelado ao fornecimento de energia elétrica, visto que a maior parte da matriz energética do país esta associada a hidrelétricas e sua dependência com a regularidade dos índices pluviométricos, o monitoramento dos corpos d'água utilizados em múltiplas atividades é imprescindível. Uma das bacias hidrográficas mais importantes no território nacional é a bacia do Rio São Francisco, pois a ela estão associados os programas de transposição de água para o Nordeste Brasileiro, usinas hidrelétricas em sua extensão (aproximadamente 12), indústria pesqueira e consumo residencial de água. Diante dos fatos mencionados, buscou-se identificar as variações mensais do volume de precipitação na Bacia de São Francisco.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O relevo e a hidrografia são dois aspectos importantes para a construção da bacia. O Brasil possui doze grandes bacias hidrográficas:

Bacia Amazônica

Bacia Tocantins Araguaia

Bacia do Paraguai

Bacia Atlântico Nordeste Oriental

Bacia Atlântico Nordeste Ocidental

Bacia do Paraná

Bacia do Parnaíba

Bacia do São Francisco

Bacia do Atlântico Leste

Bacia do Atlântico Sudeste

Bacia do Atlântico Sul

Bacia do Uruguai

Para este trabalho, inicialmente foi usado como base de estudo a bacia de São Francisco, sendo uma das mais importantes bacias do país, por estar diretamente ligada a transposição de água para o Nordeste Brasileiro, ao decorrer do projeto visa-se replicar este estudo para todas as Bacias.

A Região Hidrográfica São Francisco possui um comprimento estimado em 2.700 km e uma vazão média anual de 2.980 m³/s totalizando um volume médio anual da ordem de 94 bilhões de m³ lançados no Oceano Atlântico. A Bacia se distribui na sua grande maioria nos estados de Minas Gerais e Bahia, mas também percorre pelos estados do Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e Distrito Federal, suas principais sub-regiões hidrográficas são:

Alto São Francisco;

Médio São Francisco;

Sub-médio São Francisco;

A região hidrográfica amazônica ocupa, aproximadamente uma área de 6 milhões de Km² e se estende por sete países: Brasil, Colômbia, Bolívia, Equador, Guiana, Peru e Venezuela. Em território nacional abrange 7 Estados: Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima, Amapá, Pará e Mato Grosso. As sub-bacias

existentes são: Amapá Litoral, Foz Amazonas, Madeira, Negro, Paru, Purus, Solimões, Tapajós, Trombetas e Xingu.

A Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia possui uma área de aproximadamente 920 mil km² e abrange os estados de Goiás, Tocantins, Pará, Maranhão, Mato Grosso, e o Distrito federal. As sub-regiões hidrográficas pertencentes a essas bacias são: Araguaia, Tocantins Alto e Tocantins Baixo.

A Região Hidrográfica Parnaíba ocupa uma pequena parte do território brasileiro, abrangendo três estados: Ceará, Piauí e Maranhão. Em grande parte localizada no semiárido brasileiro, caracteriza-se pela intermitência das chuvas, com precipitação média anual muito abaixo da média nacional. O principal uso da água na região é a irrigação. Suas principais regiões hidrográficas são: Parnaíba Alto, Parnaíba Baixo e Parnaíba Médio.

A Bacia Hidrográfica do Atlântico Nordeste ocidental fica localizada no extremo nordeste do país, desde o Piauí até Alagoas, tem aproximadamente 286 mil Km² de área, abrangendo grande parte do semiárido brasileiro. Suas Sub-bacias hidrográficas de nível 2 são: Gurupi, Itapecuru, Litorânea MA/PA, Mearim e Litorânea MA.

A Bacia do Paraguai, é a segunda maior bacia da América do sul e a quinta maior do mundo, pode ser dividido em uma região alta, denominada Planalto, e uma região baixa denominada Pantanal, que é parcialmente inundada pelo Rio Paraguai e seus principais afluentes, abrangendo os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, suas sub regiões hidrográficas são: Jauru, Sepotuba, Paraguai 01, Cuiabá alto, Cuiabá médio, Cuiabá baixo, Santa Rita-Paraguai.

A Região hidrográfica Atlântico Nordeste oriental possui uma área de cerca de 286.800km², abrangendo 874 municípios e 6 Estados (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas).

A região Hidrográfica do Paraná segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) possui uma área de aproximadamente 879.873 km², abrangendo sete Unidades hidrográficas como: São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas gerais,

Goiás, Santa Catarina e o Distrito Federal. A região possui algumas sub-regiões hidrográficas de nível 2 como: Aguapei Peixe, Grande, Iguaçu, Ivaí, Bacia de contribuição ao reservatório Ilha Solteira, Paranapanema, Piquiri, Afluentes da Margem Direita do Rio Paraná, Tietê e Paranaíba.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA,2015) a Região Hidrográfica do Uruguai apresenta grande importância para o país, por conta das grandes atividades agroindustriais desenvolvidas e do seu potencial hidrelétrico. A bacia possui cerca de 274,300 km² e abrange partes dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Suas unidades Hidrológicas são: Uruguai Internacional e Uruguai Nacional.

A bacia do Atlântico Leste ocupa em sua grande maioria o Estado da Bahia mas também ocupa partes de Minas Gerais, Sergipe e Espírito Santo, possui uma área de aproximadamente 388.160km²(ANA,2015).

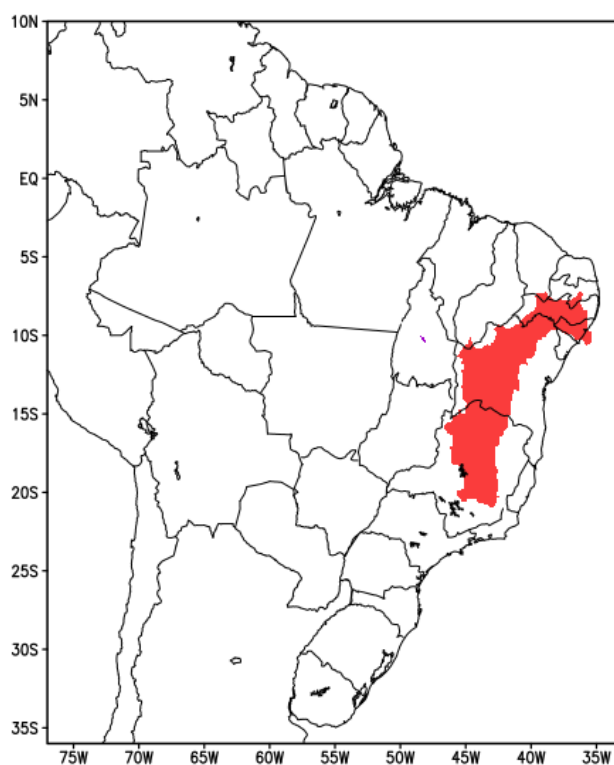
A Região hidrográfica do Atlântico Sudeste ocupa uma das regiões mais desenvolvidas do país por conta da vasta diversidade de atividades econômicas. De acordo com a (ANA,2015) essa região hidrográfica possui cerca de 214.629 km² e ocupa 5 Unidades da Federação: Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná. Suas unidades Hidrográficas são: Doce, Litorânea RJ ES, Litorânea SP RJ, Paraíba do Sul, Ribeira de Iguape.

A região Hidrográfica do Atlântico sul é de grande importância pois abriga uma grande quantidade populacional, além de seu desenvolvimento econômico e sua importância turística. Com uma área de aproximadamente 187.552 km² ocupa 4 Estados do País: São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul(ANA,2015). Unidades Hidrográficas: Guaíba, Litorânea RS e Litorânea SC PR.

5 METODOLOGIA

Para gerar a máscara das bacias, foram utilizados Shapefiles disponibilizados pela Agência Nacional das Águas(ANA). Foram utilizados dados diários de precipitação provenientes de diversas fontes: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Surface Synoptic Observations.

Figura 1 – Máscara da Região da Bacia de São Francisco.



(SYNOP) – Estação Meteorológica Automática (EMA), INPE, entre outras. Para a execução do projeto é necessário computadores com alta capacidade computacional e ferramentas específicas (Grads, Shell Script, Fortran) para o desenvolvimento.

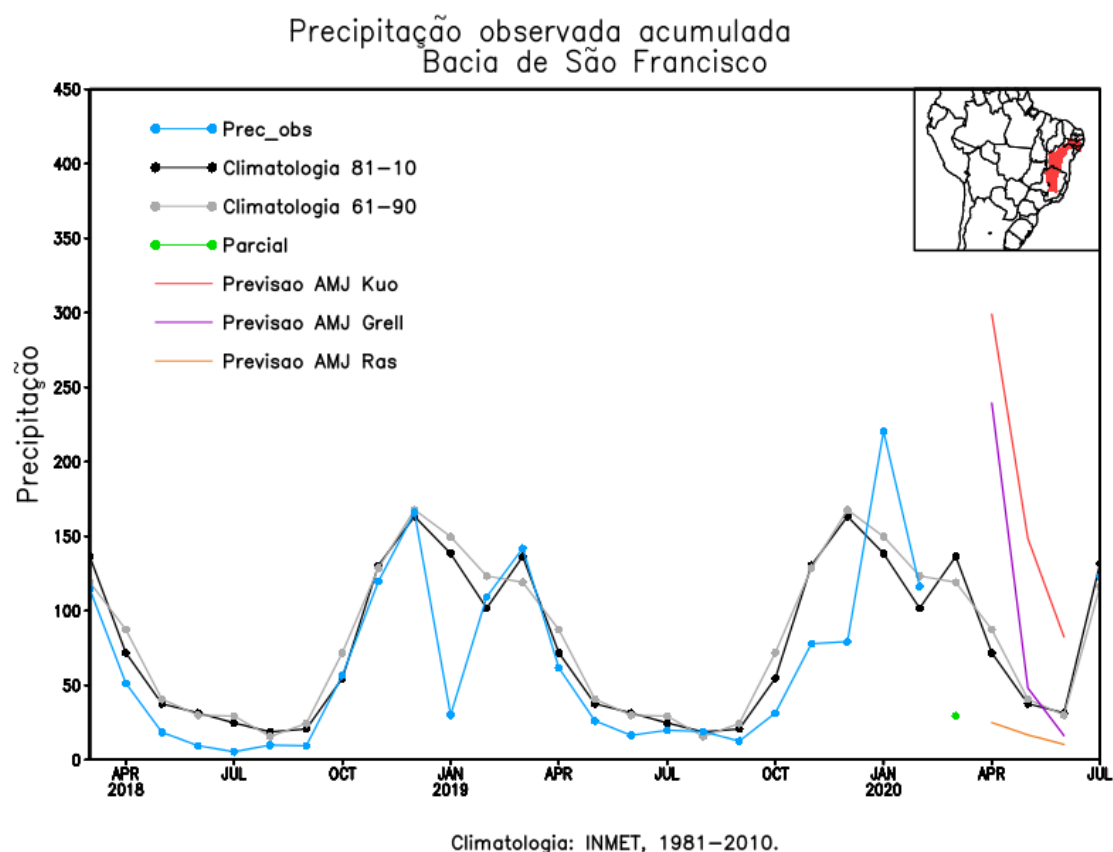
Fonte: Produção do autor.

6 RESULTADOS

Durante o período de estudo e desenvolvimento da proposta, foi realizado uma atividade extra curricular, o projeto foi apresentado no XI Workshop Brasileiro de Micrometeorologia, no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em São José dos Campos-Sp.

Foram desenvolvidos alguns gráficos para melhor entendimento e análise sobre as Regiões Hidrográficas.

Figura 2 – Gráfico de precipitação acumulada e Previsão sobre Bacia de São Francisco.

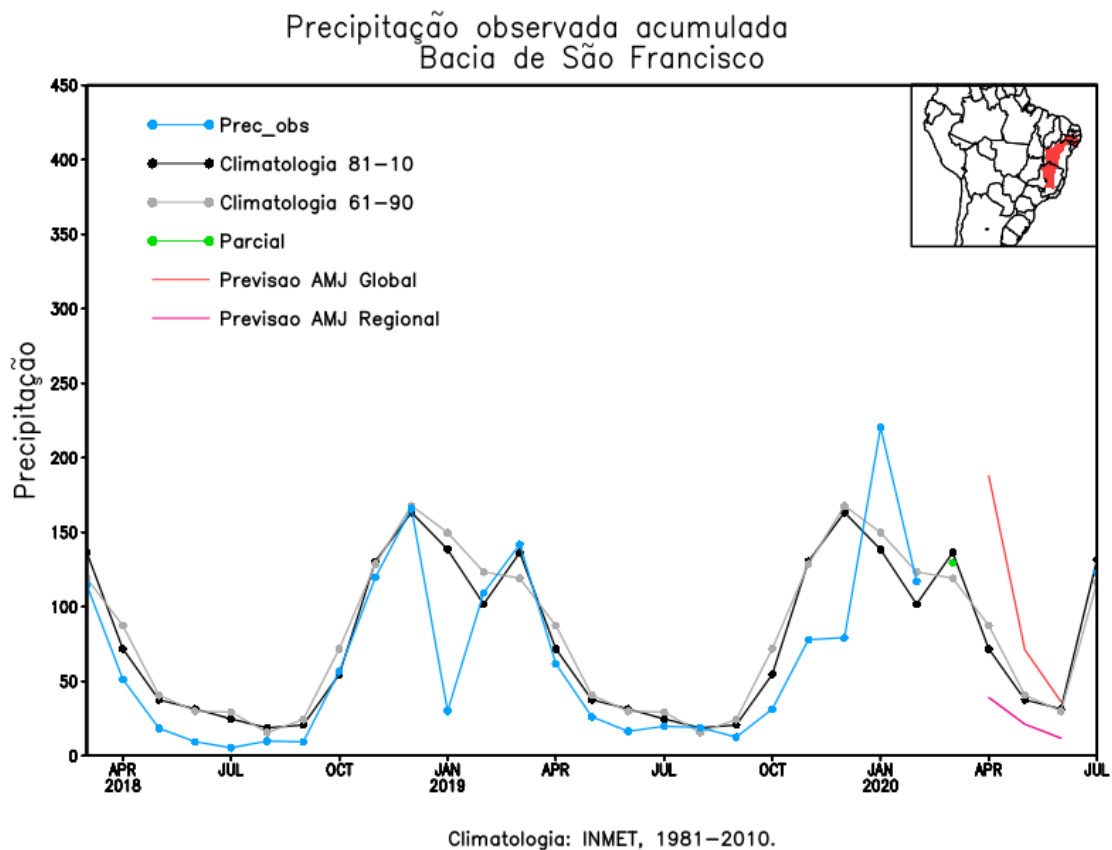


Na Figura 2, a linha em azul, representa a precipitação acumulada, observada sobre a Bacia de São Francisco em um período de 24 meses. A linha cinza representa a climatologia 1981 a 2010 e a cinza a Climatologia de 1961 a 1990. A linha verde representa o valor parcial de precipitação do Mês, neste caso esta indicando do mês de Março de 2020.

A linha vermelha mostra a Previsão de precipitação para Abril Maio e Junho(AMJ), com a convecção Kuo, a roxa com a convecção Grell e a laranja a Ras.

Fonte: Produção do autor.

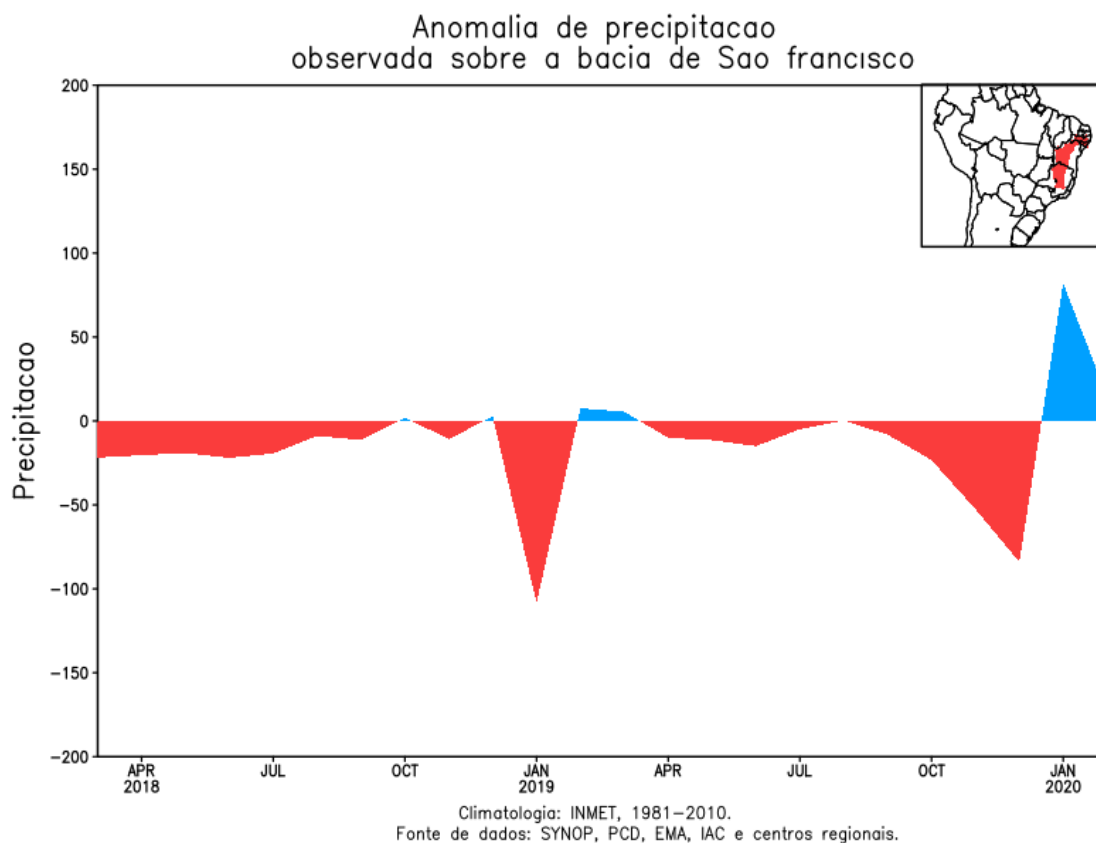
Figura 3 – Gráfico de precipitação acumulada e Previsão Global e Regional sobre Bacia de São Francisco.



A figura 3 mostra um gráfico similar ao da figura 2, porém contendo uma média das três convecções(Kuo, Ras e Grell) gerando um único valor, representado pela linha vermelha. A linha rosa representa Uma média regional, utilizando o modelo de previsão do Eta.

Fonte: Produção do autor.

Figura 4 – Anomalia de Precipitação.



A figura 4 representa a anomalia de precipitação sobre a bacia de São Francisco em um período de 24 meses, com base na climatologia 1981-2010. Percebe-se que na maior parte desse período a precipitação se manteve abaixo da média histórica.

Fonte: Produção do autor.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se então que o projeto resultou em uma forma de mensurar, monitorar, controlar as informações que a proposta traz, ajudando assim, as partes interessadas a terem um melhor relatório gerencial.

O projeto também foi de grande ajuda para o desenvolvimento pessoal e profissional.

8 REFERÊNCIA

Tarso Luconi ROSENHAIM et al. "COMPORTAMENTO DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA ENTRE OS ANOS DE 2002 A 2015 PARA A REGIÃO HIDROGRÁFICA BRASILEIRA DO ATLÂNTICO NORDESTE ORIENTAL CONSIDERANDO OBSERVAÇÕES GRACE, TRMM E INSITU". Em: *Geosciences= Geociências* 37.4 (2018), pp. 823–834.

Enio Arriero Shinma. "Avaliação da qualidade das águas dos rios da bacia hidrográfica do Al'to Paraguai, Pantanal". Em: (2004).

Djane Fonseca da Silva, Josicleda Domiciano Galvíncio e Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida. "Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do Rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas". Em: *Qualitas Revista Eletrônica* 9.3 (2010).