



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

# Inferência geográfica para identificação de regiões de captação de água subterrânea para irrigação no Oeste da Bahia

SER-300 Introdução ao Geoprocessamento  
Bruno Borma Brugger

2021

# Agricultura no Brasil

**PIB DO**  
AGRONEGÓCIO

PRODUTO  
INTERNO BRUTO

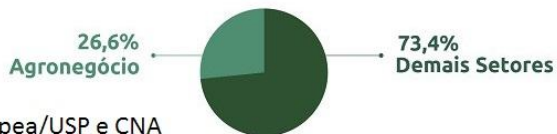


10 | MARÇO | 2021

cnabrazil.org.br

	Insumos	Primário	Agroindústria	Agrosserviços	Total
Dez/2020	1,76	4,29	1,14	1,49	2,06
Acumulado jan-dez/2020	6,91	56,59	8,72	20,93	<b>24,31</b>

**PIB do Agro ganha mais participação  
no PIB do Brasil em 2020**



Fonte: Cepea/USP e CNA

	Produção (mil t)		Área (mil ha)	
	Projeção	Lsup.	Projeção	Lsup.
2018/19	236.718	-	62.820	-
2019/20	241.652	264.183	63.835	66.749
2020/21	249.044	273.668	64.806	69.825
2021/22	254.895	285.463	65.766	72.529
2022/23	261.684	295.007	66.718	74.963
2023/24	267.892	304.996	67.669	77.202
2024/25	274.455	314.281	68.618	79.297
2025/26	280.799	323.578	69.568	81.286
2026/27	287.278	332.583	70.517	83.190
2027/28	293.674	341.509	71.466	85.029
2028/29	300.121	350.277	72.415	86.812

Fonte: Elaboração da CGAPI/DFI/SPA/MAPA e SIRE/Embrapa com dados da CONAB.

\* Modelos utilizados: Para produção e área modelo Espaço de estado.

**Variação %**

**2018/19 a 2028/29**

Produção (mil t) 26,8%

Área (mil ha) 15,3%

# Demandas da atividade agrícola

## Área



Área agrícola próximo a Luís Eduardo Magalhães, BA  
Imagem: Google Maps

## Insumos



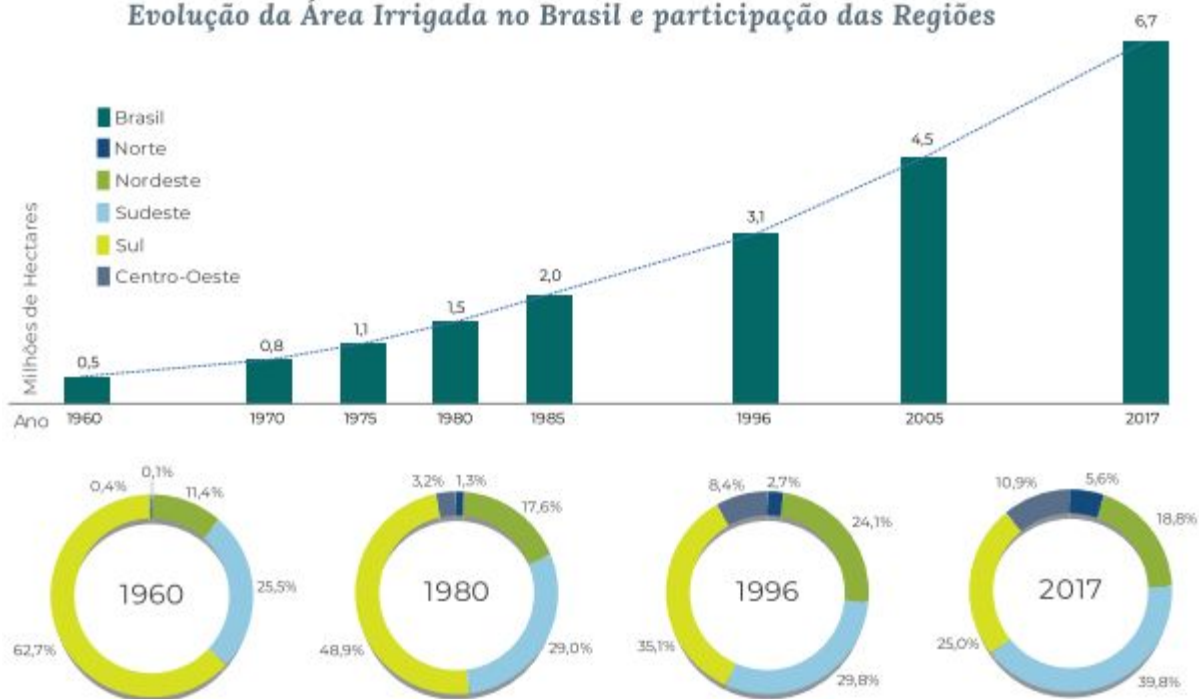
Fonte: Agro2.0  
<https://agro20.com.br/insumos-agricolas/>

## Água



Fonte: Irriga Engenharia  
<http://www.irrigaengenharia.com.br/>

## Evolução da Área Irrigada no Brasil e participação das Regiões



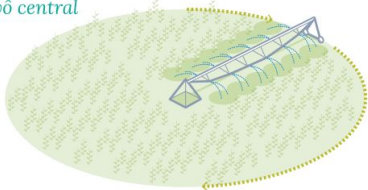
Fonte: Censos Agropecuários (IBGE, 1960-2017)



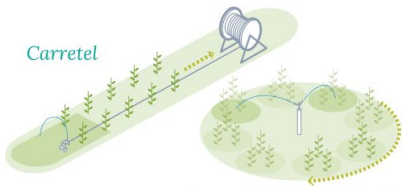
# Uso da Água na Agricultura

Representação dos principais sistemas de irrigação

Pivô central



Carretel



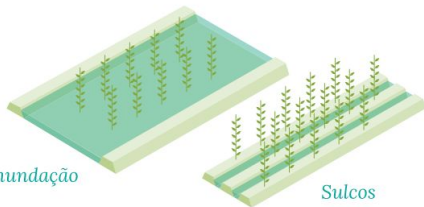
Aspersão convencional



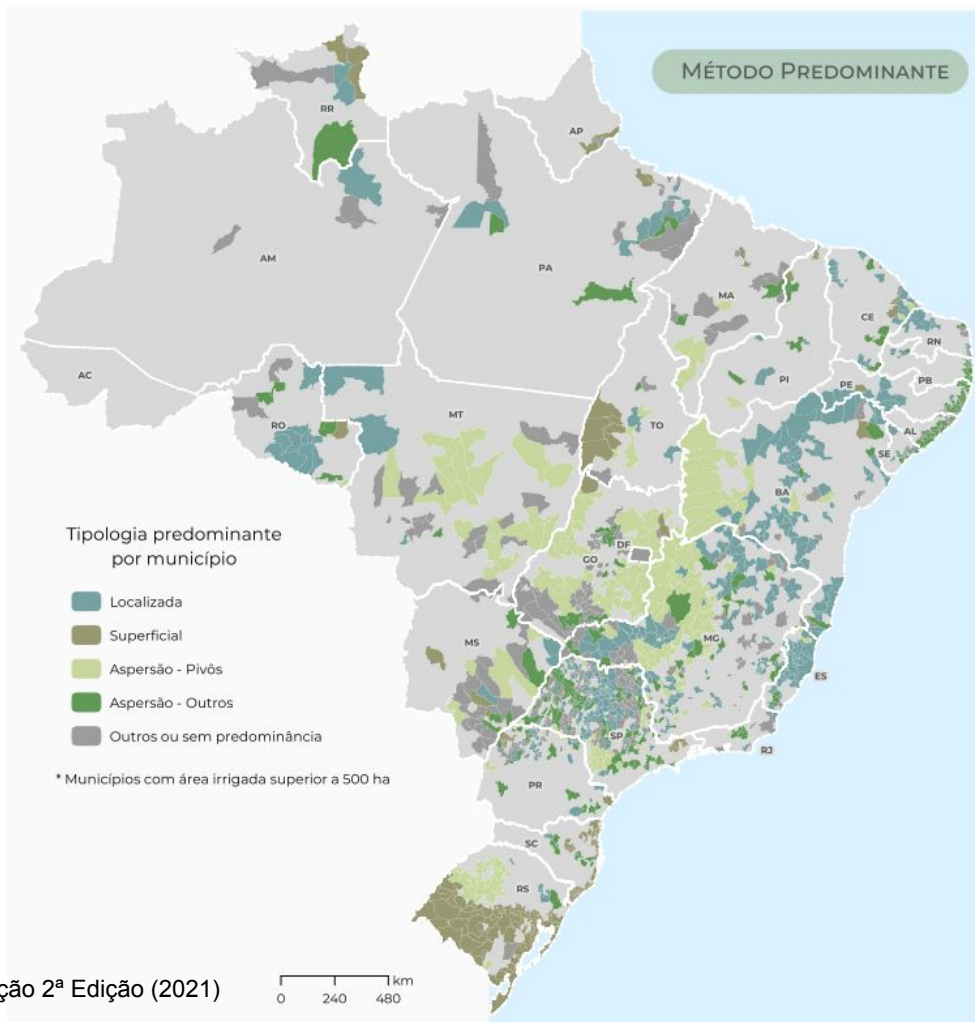
Gotejamento

Microaspersão

Inundação



Sulcos



Fonte: ANA, Atlas Irrigação 2ª Edição (2021)

# Perfis de Irrigação

## PERFIL SAFRA ÚNICA (VERÃO)



## PERFIL CULTURA SEMIPERENE



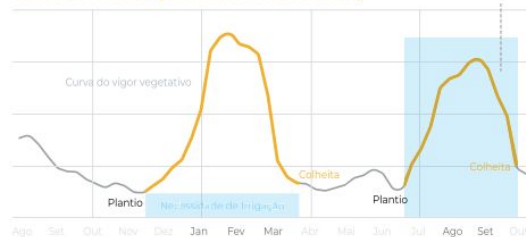
## PERFIL SAFRA DUPLA (SAFRA-SAFRINHA)



## PERFIL CULTURA PERENE

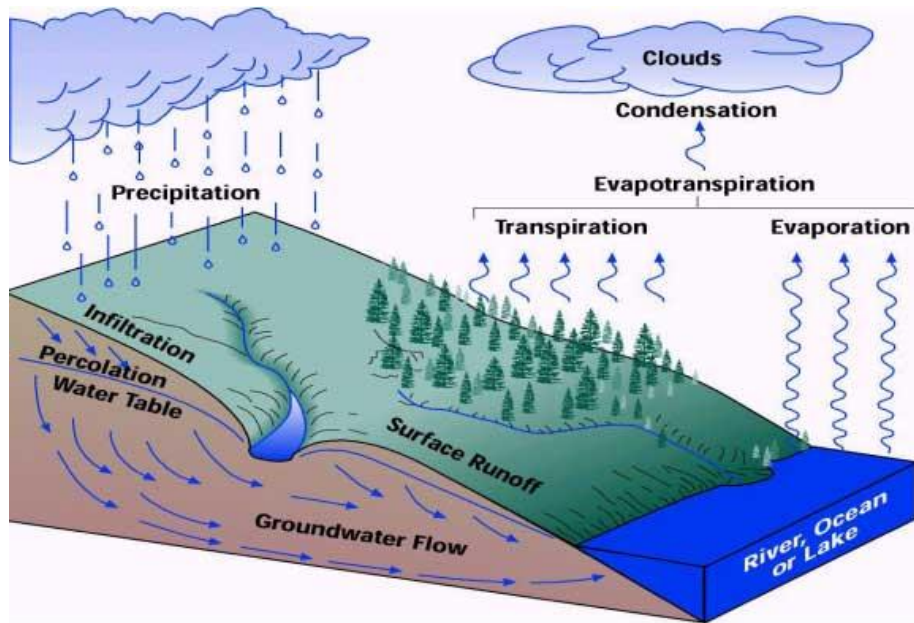


## PERFIL SAFRA DUPLA (SAFRA E SAFRA DE INVERNO)



Fonte: ANA, Atlas Irrigação 2ª Edição

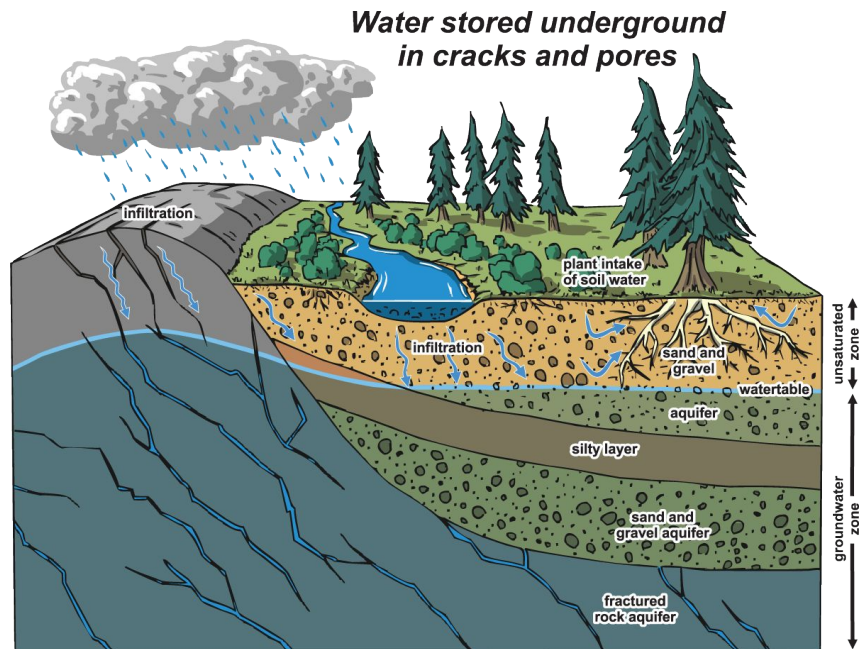
# Águas Superficiais e Águas Subterrâneas



## Ciclo da Água

Fonte: SAJB -

<https://www.spokaneaquifer.org/the-aquifer/what-is-an-aquifer/what-is-groundwater/>



## Diferentes camadas de solo e rocha

Fonte: RDN Water Budget Project -

<http://rdnwaterbudget.ca/water-101/aquifers-groundwater/>



# Águas Superficiais



Captação de água na Represa Billings (Taquacetuba)

S/d. Acervo Memória Sabesp - <http://www.museudaenergia.org.br/>



Canal de irrigação do núcleo rural da Vargem Bonita

Fonte: SEAGRI -

<http://agricultura.df.gov.br/canal-de-irrigacao-do-nucleo-rural-da-vargem-bonita-ser-a-entregue-aos-produtores/>





Bombas de captação em barramentos (em roxo) e adutoras (em vermelho) alimentando pivôs centrais no Polo de Irrigação de São Marcos - GO

Imagem: Google Satellite, Dados: ANA - Dados da Bacia do Rio São Marcos (2018)

# Água Subterrânea

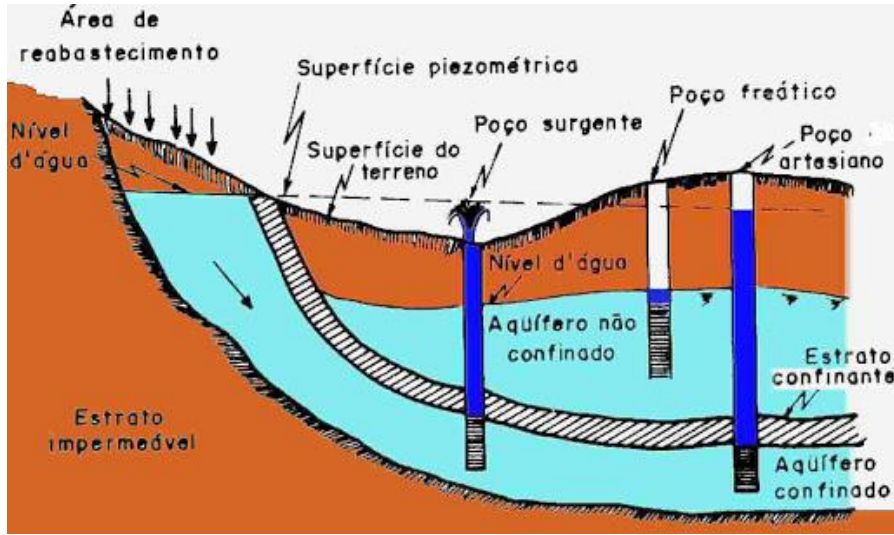


Diagrama de poços para captação de água subterrânea

Fonte: UFRRJ - <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/agua1.htm>



Instalação de poço artesiano

Fonte: ENSA Ambiental -

<https://www.ensaambientalbrasil.com.br/instalacao-de-poco-artesiano.php>

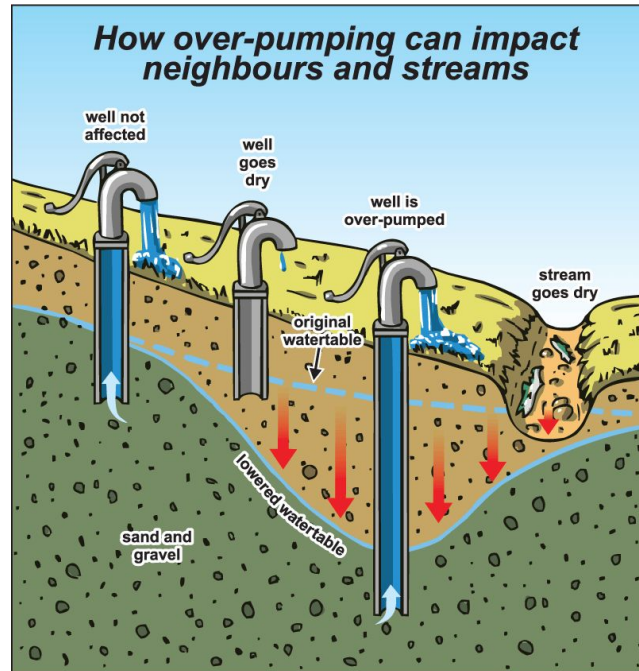




Poços para a captação de água subterrânea para abastecimento doméstico (em azul) e para irrigação (em vermelho) em uma área distante de pontos de captação superficial no Polo de Irrigação do Oeste da Bahia.

Imagem: Google Satellite  
Dados: ANA - Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Uruçuia (2017)

# Por que é importante monitorar ambos os usos?



Fonte: RDN Water Budget Project -  
<http://rdnwaterbudget.ca/water-101/aquifers-groundwater/>



# Outorgas de uso

“A outorga de direito de uso ou interferência de recursos hídricos é um ato administrativo, de autorização ou concessão, mediante o qual o Poder Público faculta ao outorgado fazer uso da água por determinado tempo, finalidade e condição expressa no respectivo ato.”

Fonte: DAEE - <http://www.daee.sp.gov.br/site/oqueeoutorga/>

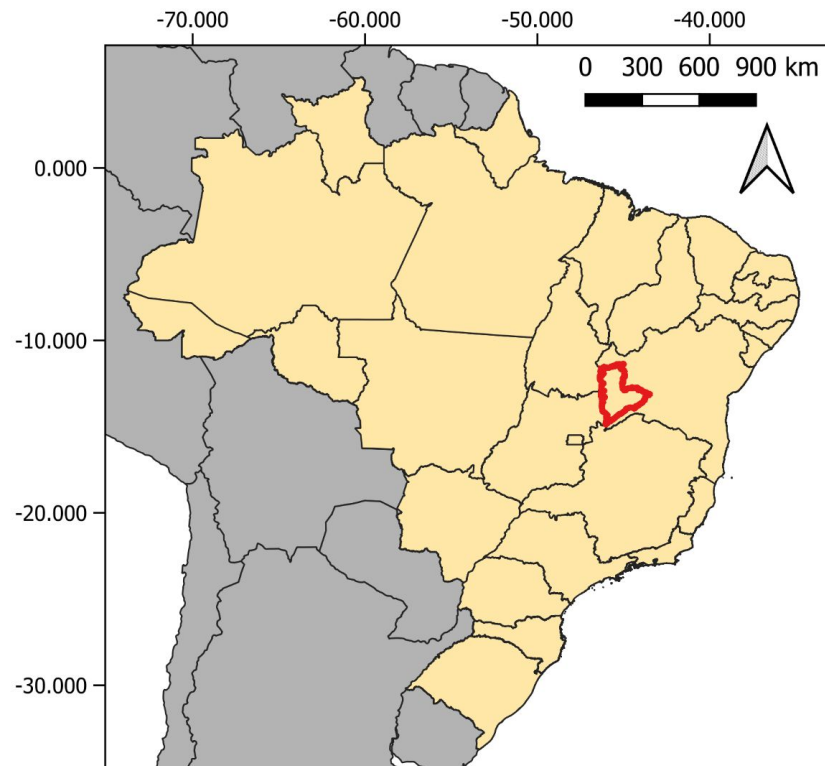
# Proposta do trabalho

Estudo de caso para o Polo de Irrigação do Oeste da Bahia




Perguntas:

- 1) Em quanto aumentou a quantidade de pivôs centrais de irrigação, e a área por eles irrigada, no polo desde 2010? Qual foi a distribuição espacial desse aumento?
- 2) Em quais regiões do polo a captação de água subterrânea é mais intensa? É possível inferir a propensão à captação de água subterrânea a partir de bases disponíveis de dados geoespaciais?

# Polo de Irrigação do Oeste da Bahia e o Sistema Aquífero Urucuia



## Legenda

-  Polo de Irrigação do Oeste da Bahia
-  Brasil
-  América do Sul

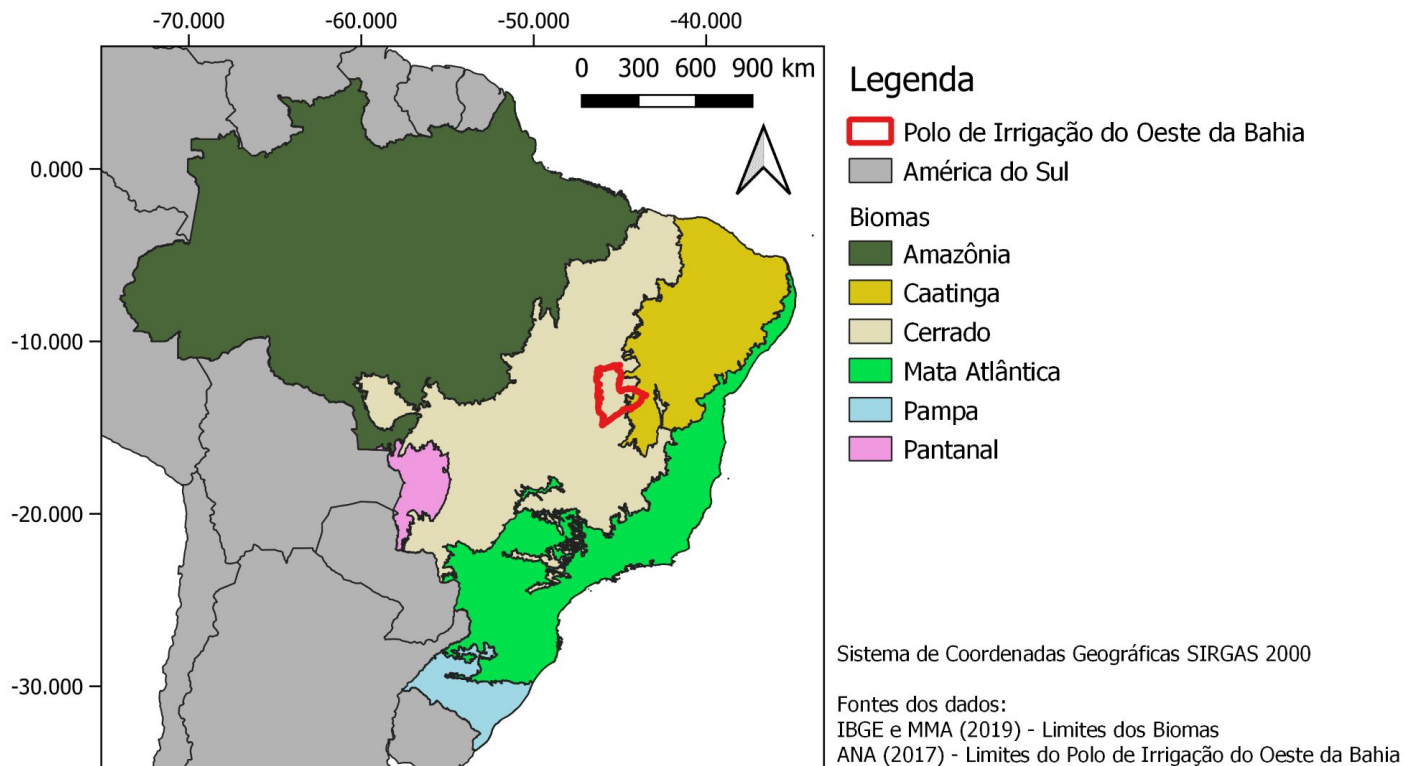
Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000

Fontes dos dados:

IBGE (2019) - Unidades Federativas

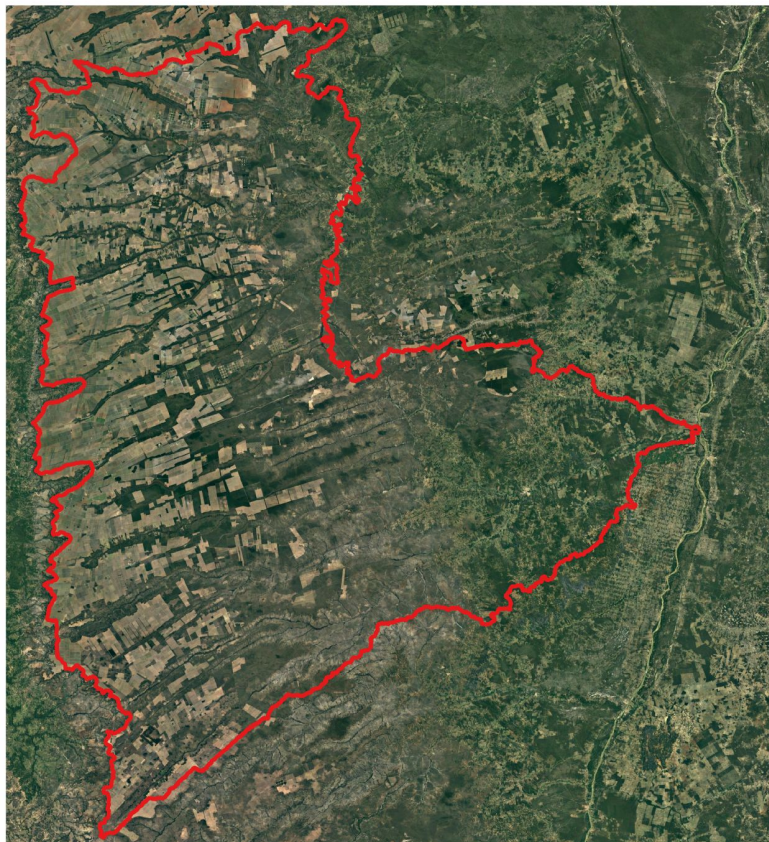
ANA (2017) - Limites do Polo de Irrigação do Oeste da Bahia

# Polo de Irrigação do Oeste da Bahia e o Sistema Aquífero Urucuia





# Polo de Irrigação do Oeste da Bahia e o Sistema Aquífero Urucuia



## Legenda

 Polo de Irrigação do Oeste da Bahia



0 25 50 75 100 km

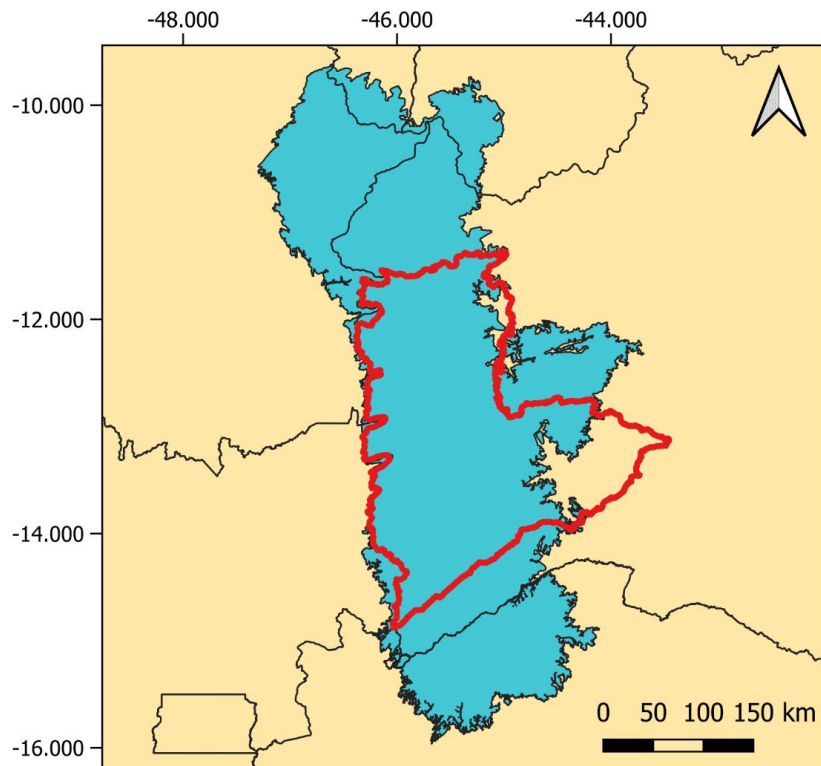


Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000



Imagem: Google Satellite

Fonte dos Dados: ANA (2019)

# Polo de Irrigação do Oeste da Bahia e o Sistema Aquífero Urucuia



## Legenda

-  Polo de Irrigação do Oeste da Bahia
-  Sistema Aquífero Urucuia

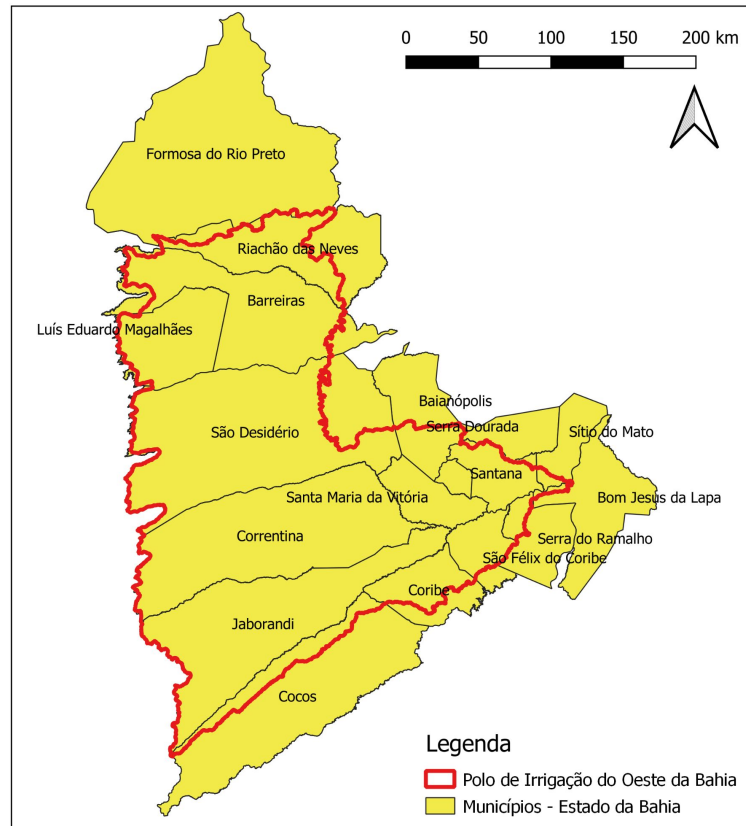
Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000

Fontes dos dados:

IBGE (2019) - Unidades Federativas

ANA (2017) - Limites do Polo de Irrigação do Oeste da Bahia e do SAU

# Oeste da Bahia - Produção Agrícola Municipal 2019 (IBGE)



# Oeste da Bahia - Produção Agrícola Municipal 2019 (IBGE)

Município	Área total de cultivo (ha)	Principais culturas - Porcentagem da área dedicada					
Baianópolis (BA)	22.651	<b>Soja</b>	61,01	<b>Algodão herbáceo</b>	18,75	<b>Feijão</b>	10,60
Barreiras (BA)	262.147	<b>Soja</b>	70,76	<b>Algodão herbáceo</b>	11,98	<b>Milho</b>	9,59
Bom Jesus da Lapa (BA)	11.470	<b>Banana</b>	58,67	<b>Feijão</b>	17,44	<b>Milho</b>	10,46
Canápolis (BA)	1.310	<b>Milho</b>	38,17	<b>Cana-de-açúcar</b>	27,48	<b>Feijão</b>	22,90
Cocos (BA)	31.592	<b>Soja</b>	48,79	<b>Milho</b>	24,69	<b>Café</b>	6,01
Coribe (BA)	1.878	<b>Milho</b>	52,72	<b>Banana</b>	17,57	<b>Feijão</b>	15,97
Correntina (BA)	266.882	<b>Soja</b>	65,98	<b>Milho</b>	18,36	<b>Algodão herbáceo</b>	13,07
Formosa do Rio Preto (BA)	502.529	<b>Soja</b>	80,22	<b>Algodão herbáceo</b>	9,64	<b>Milho</b>	6,59
Jaborandi (BA)	152.958	<b>Soja</b>	62,63	<b>Milho</b>	18,30	<b>Algodão herbáceo</b>	14,26
Luís Eduardo Magalhães (BA)	241.316	<b>Soja</b>	73,60	<b>Algodão herbáceo</b>	7,87	<b>Milho</b>	7,79
Riachão das Neves (BA)	179.027	<b>Soja</b>	69,54	<b>Algodão herbáceo</b>	16,80	<b>Milho</b>	8,88
Santa Maria da Vitória (BA)	3.640	<b>Milho</b>	41,21	<b>Feijão</b>	28,85	<b>Cana-de-açúcar</b>	13,74
Santana (BA)	5.669	<b>Soja</b>	37,04	<b>Milho</b>	28,22	<b>Algodão herbáceo</b>	14,99
São Desidério (BA)	602.055	<b>Soja</b>	63,81	<b>Algodão herbáceo</b>	20,79	<b>Milho</b>	9,18
São Félix do Coribe (BA)	3.213	<b>Feijão</b>	29,75	<b>Milho</b>	21,79	<b>Mamão</b>	20,85
Serra do Ramalho (BA)	7.940	<b>Milho</b>	34,01	<b>Algodão herbáceo</b>	19,82	<b>Sorgo</b>	12,59
Serra Dourada (BA)	1.980	<b>Milho</b>	60,61	<b>Feijão</b>	25,25	<b>Mandioca</b>	10,10
Sítio do Mato (BA)	2.503	<b>Milho</b>	39,95	<b>Feijão</b>	39,95	<b>Mandioca</b>	4,79



## Pergunta 1:

Em quanto aumentou a quantidade de pivôs centrais de irrigação, e a área por eles irrigada, no polo desde 2010? Qual foi a distribuição espacial desse aumento?

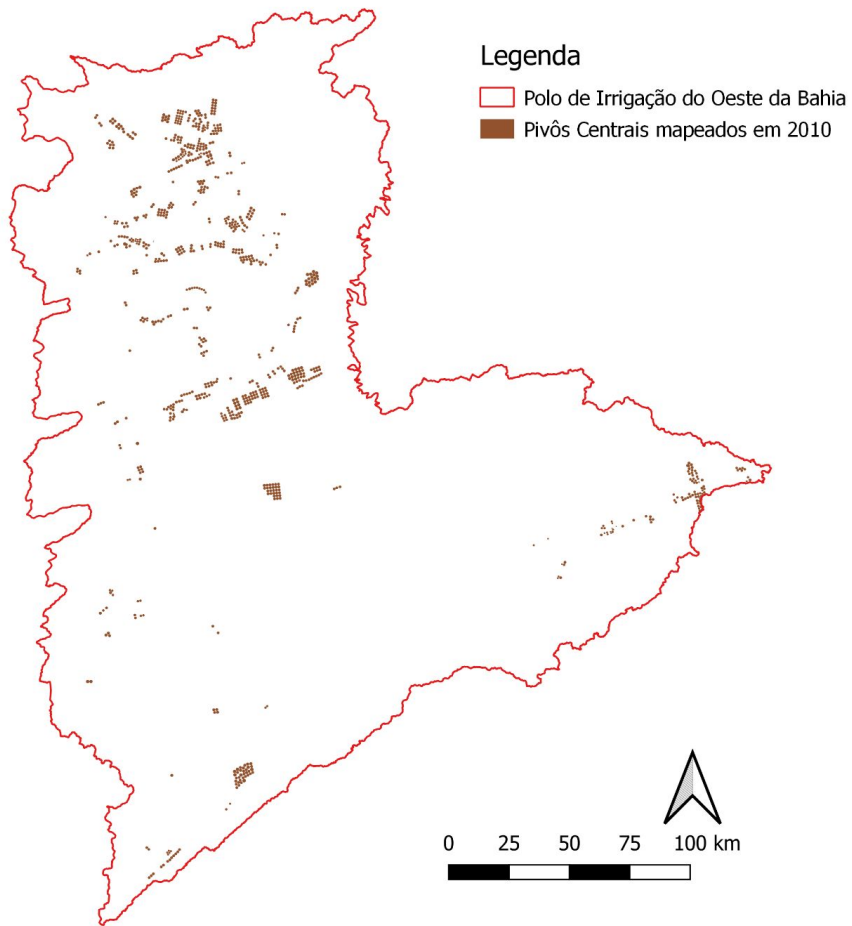
## Base de Dados: ANA (2019)

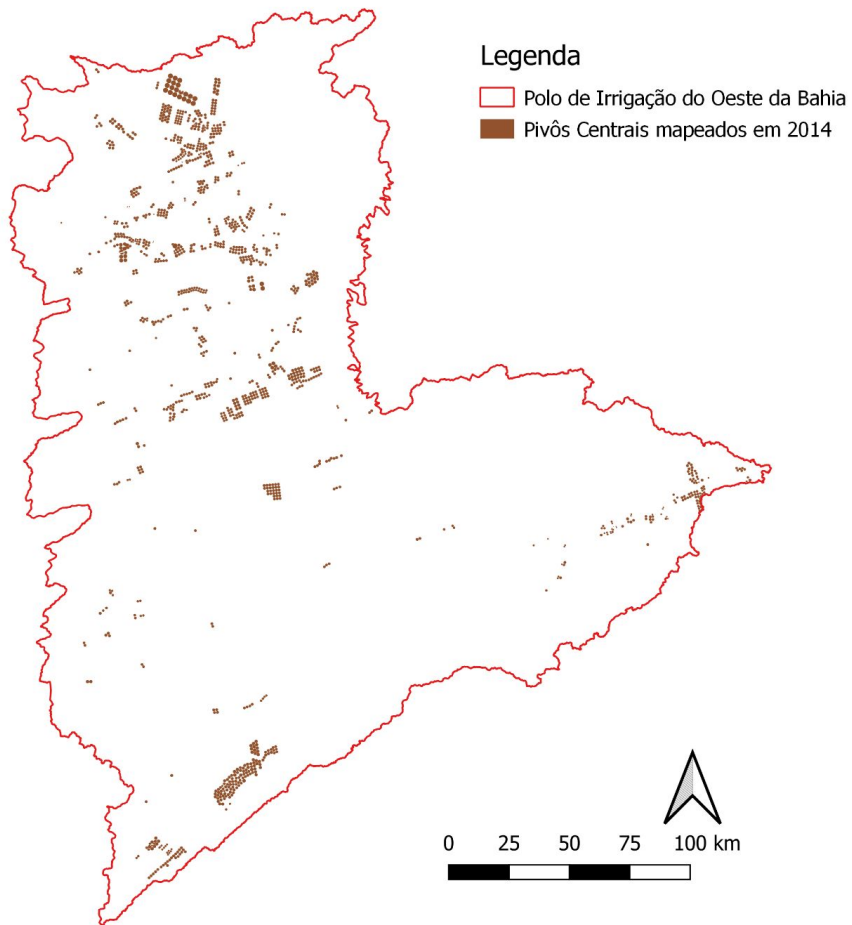
### Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil

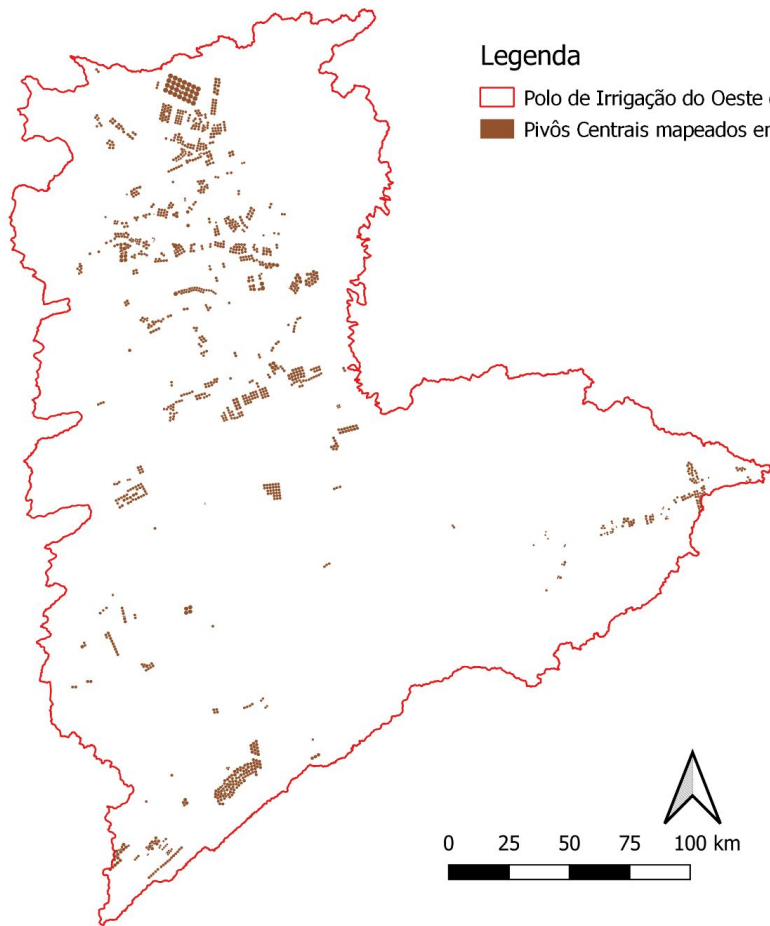
Mapeamento da área e do número de equipamentos de irrigação por pivô central no Brasil entre 1985 e 2017. Estudo realizado por meio de parceria entre a Agência Nacional de Águas - ANA e a Embrapa Milho e Sorgo.

Concluído

Contém shapefiles dos pivôs centrais de irrigação para os anos de 2010, 2014, 2017 e 2019

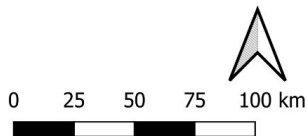




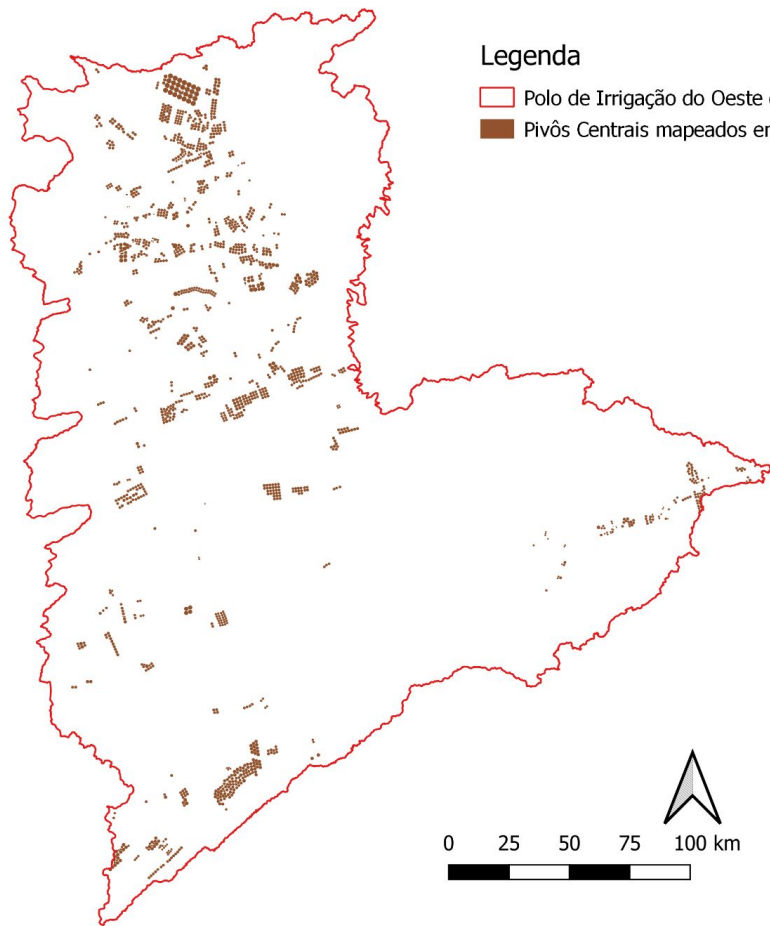


### Legenda

- Polo de Irrigação do Oeste da Bahia
- Pivôs Centrais mapeados em 2017

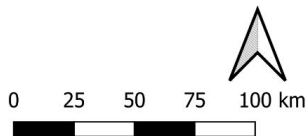






### Legenda

- Polo de Irrigação do Oeste da Bahia
- Pivôs Centrais mapeados em 2019



Importação do  
shapefile para cada  
ano



Interseção com os  
limites do polo



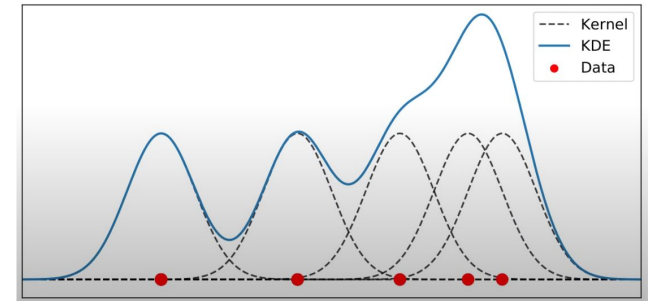
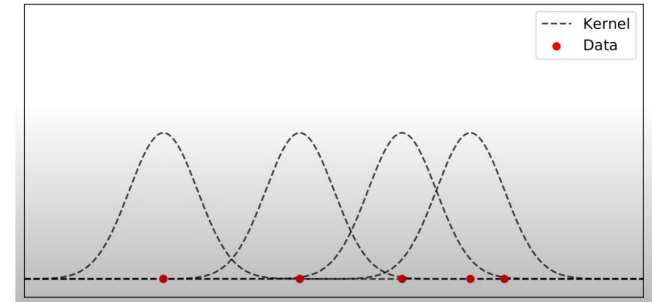
Contagem de  
entidade e soma das  
áreas

<b>Ano</b>	<b>Quantidade de pivôs</b>	<b>Área total (ha)</b>
2010	879	86.972
2014	1.257	132.022
2017	1.386	147.558
2019	1.590	171.409

# Kernel Density Estimation

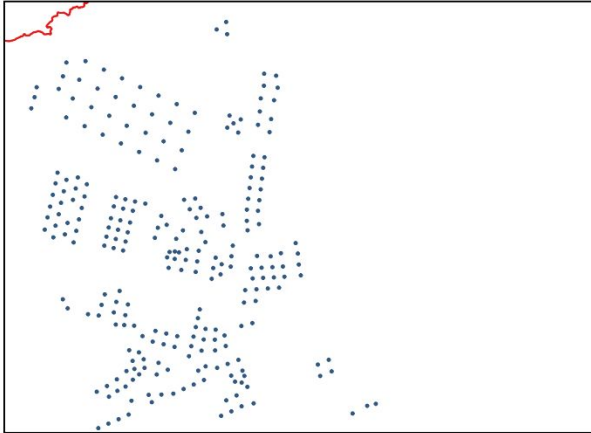
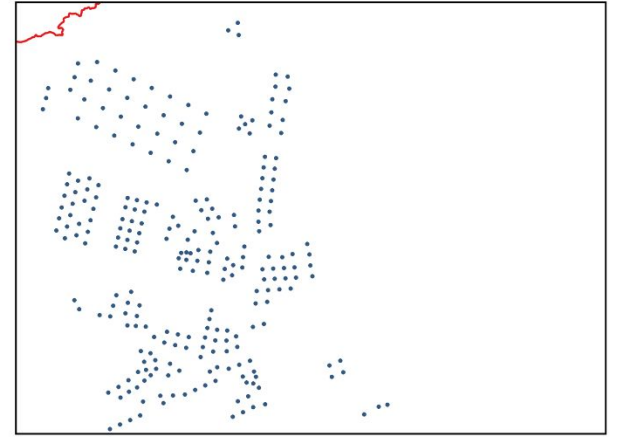
Utilizado para extrair uma distribuição contínua a partir de pontos discretos, associando-se a cada ponto uma distribuição (Kernel) e em seguida somando-as.

Para dados espaciais, permite a visualização de um mapa de calor ou rasterização para próximas etapas de processamento.

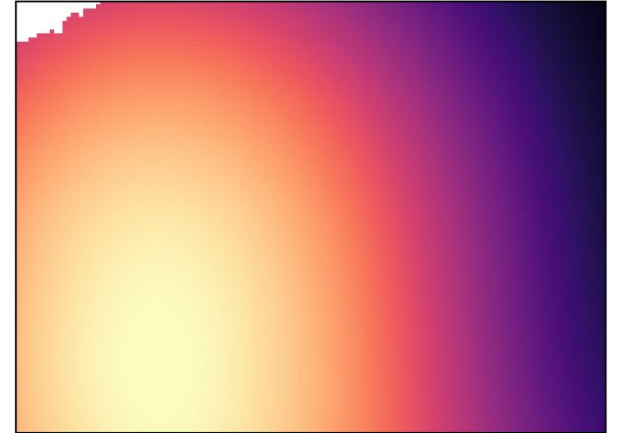




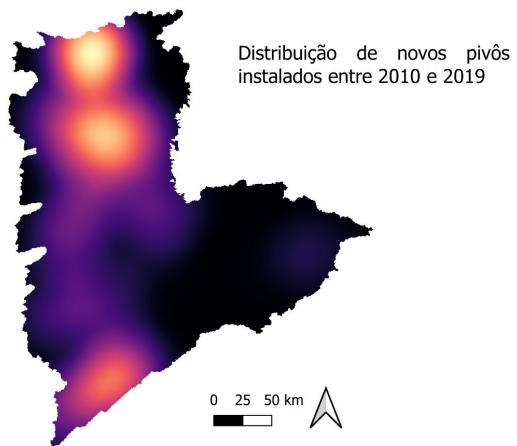
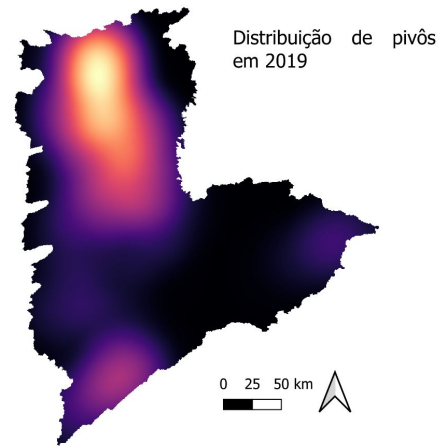
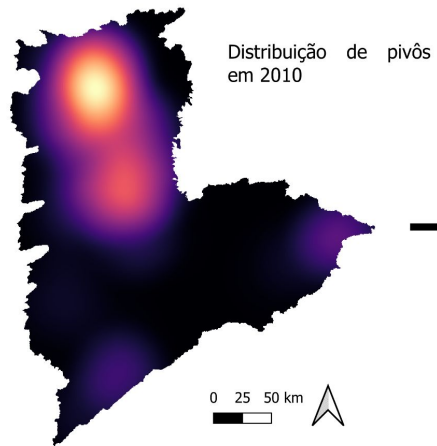
Centroides  
(Área de cada pivô mantida como  
propriedade de cada ponto)

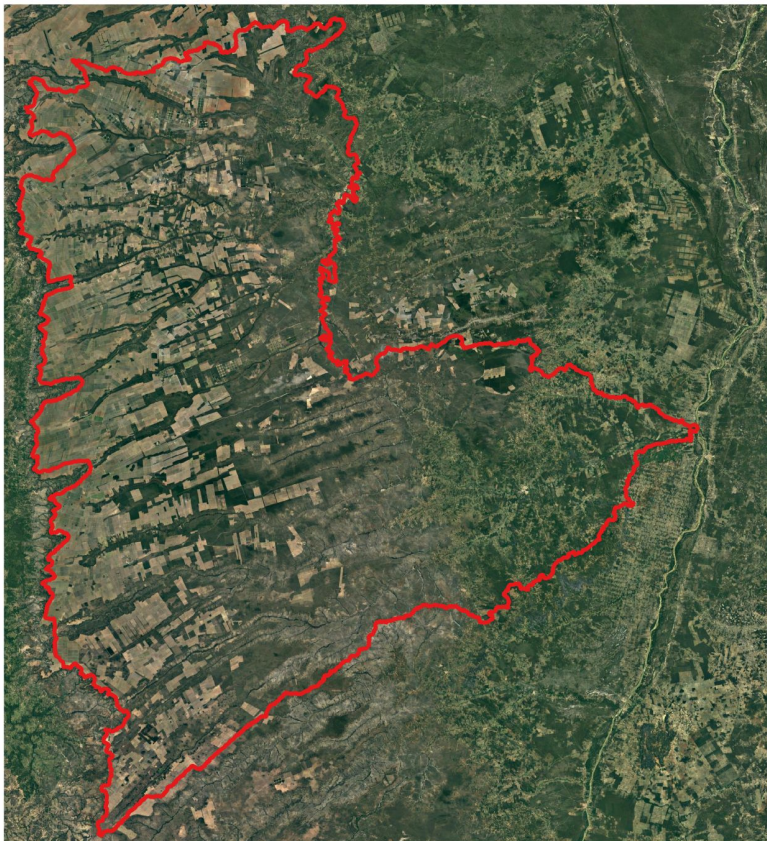


Mapa de calor ponderado  
por áreas dos pivôs  
(Kernel Density Estimation)









## Legenda

 Polo de Irrigação do Oeste da Bahia



0 25 50 75 100 km



Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000

Imagem: Google Satellite

Fonte dos Dados: ANA (2019)

Presença de pivôs indica presença de irrigação

Ausência de pivôs **não indica** ausência de irrigação

## Pergunta 2:

Em quais regiões do polo a captação de água subterrânea é mais intensa? É possível inferir a propensão à captação de água subterrânea a partir de bases disponíveis de dados geoespaciais?

# Quais fatores influenciam a decisão de instalar um poço de captação subterrânea?

Algumas hipóteses:

- Distância horizontal à corpos hídricos superficiais
- Profundidade do lençol freático
- Perfil de cultura agrícola



# Base de dados: ANA (2017)

## Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K)

A Disponibilidade Hídrica Superficial é uma vazão mínima de referência para fins de gestão e representa a oferta de água a ser considerada no Balanço Hídrico. Esse Balanço Hídrico, por sua vez, consiste exclusivamente na relação entre a oferta de água superficial e a demanda por essa água em diversas atividades humanas, sendo o principal dispositivo de orientação das atividades de gestão dos recursos hídricos. Em regra, a vazão mínima de referência adotada pela ANA está relacionada a uma garantia de 95%. Assim, em trechos de rio ela corresponde à vazão média diária com 95% de permanência, podendo ser a Q95 anual (quando estimada a partir de todo histórico de vazões) ou a Q95 mensal (quando estimada considerando a série de vazões de cada mês do ano) quando aplicável e disponível. Já nos reservatórios de regularização, a referência é o potencial de regularização com 95% de garantia, havendo exceção para os reservatórios ligados ao setor elétrico, onde essa capacidade de regularização não é considerada.

Contínuo



Shapefile da disponibilidade hídrica superficial

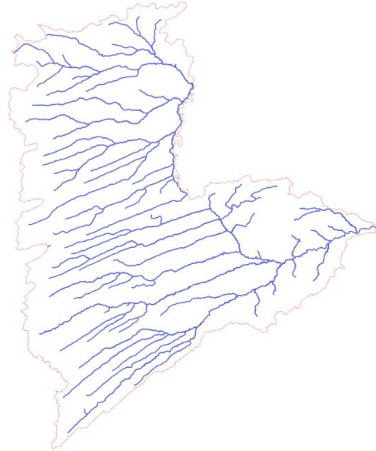
[https://metadados.snirh.gov.br/files/7ac42372-3605-44a4-bae4-4dee7af1a2f8/DispH\\_5kv27nov20\\_Snirh\\_shp.zip](https://metadados.snirh.gov.br/files/7ac42372-3605-44a4-bae4-4dee7af1a2f8/DispH_5kv27nov20_Snirh_shp.zip)

Baixar

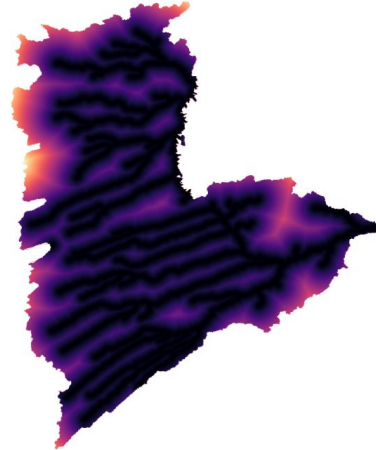
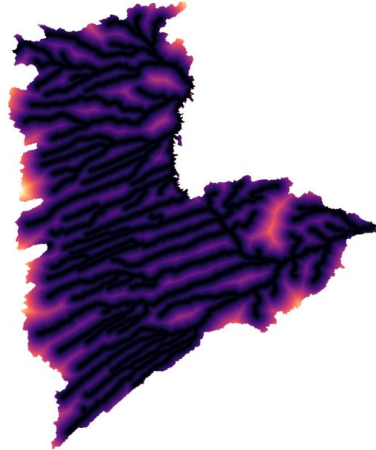
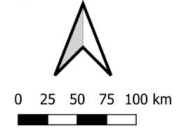
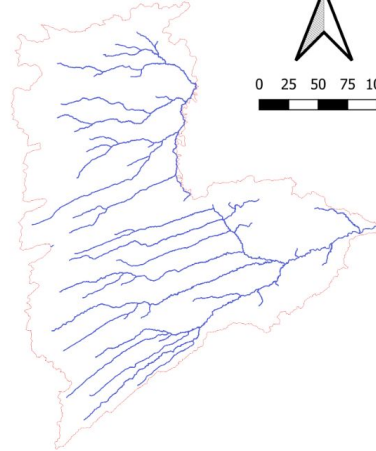
Hidrografia completa



Disponibilidade Hídrica > 0,5m<sup>3</sup>/s

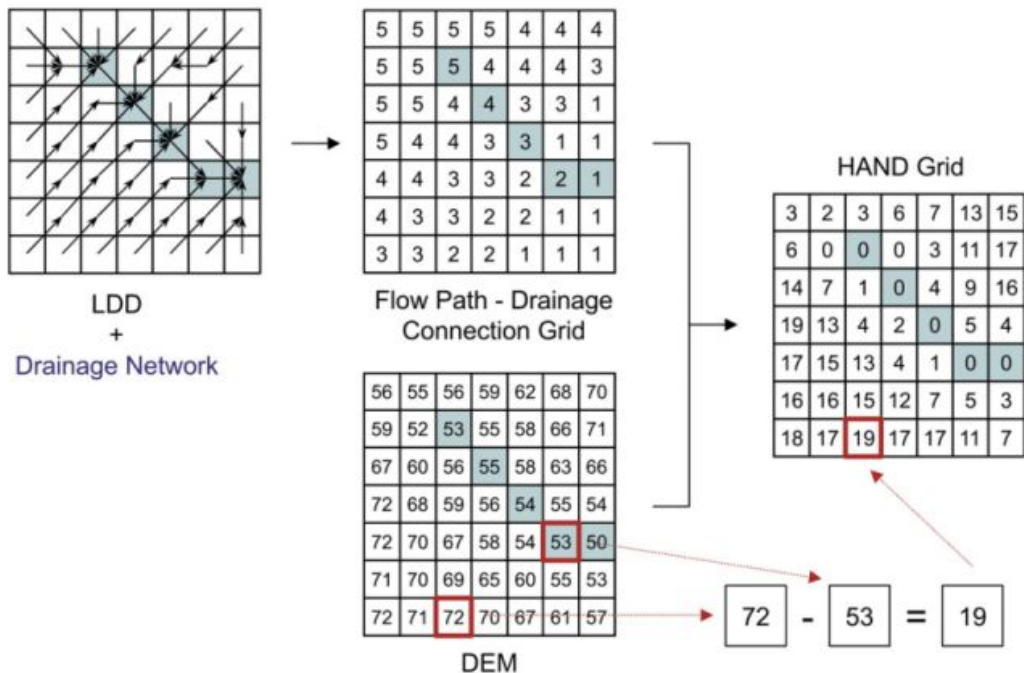


Disponibilidade Hídrica > 1m<sup>3</sup>/s



Distância euclidiana

# Estimativa da profundidade do lençol freático - Height Above Nearest Drainage

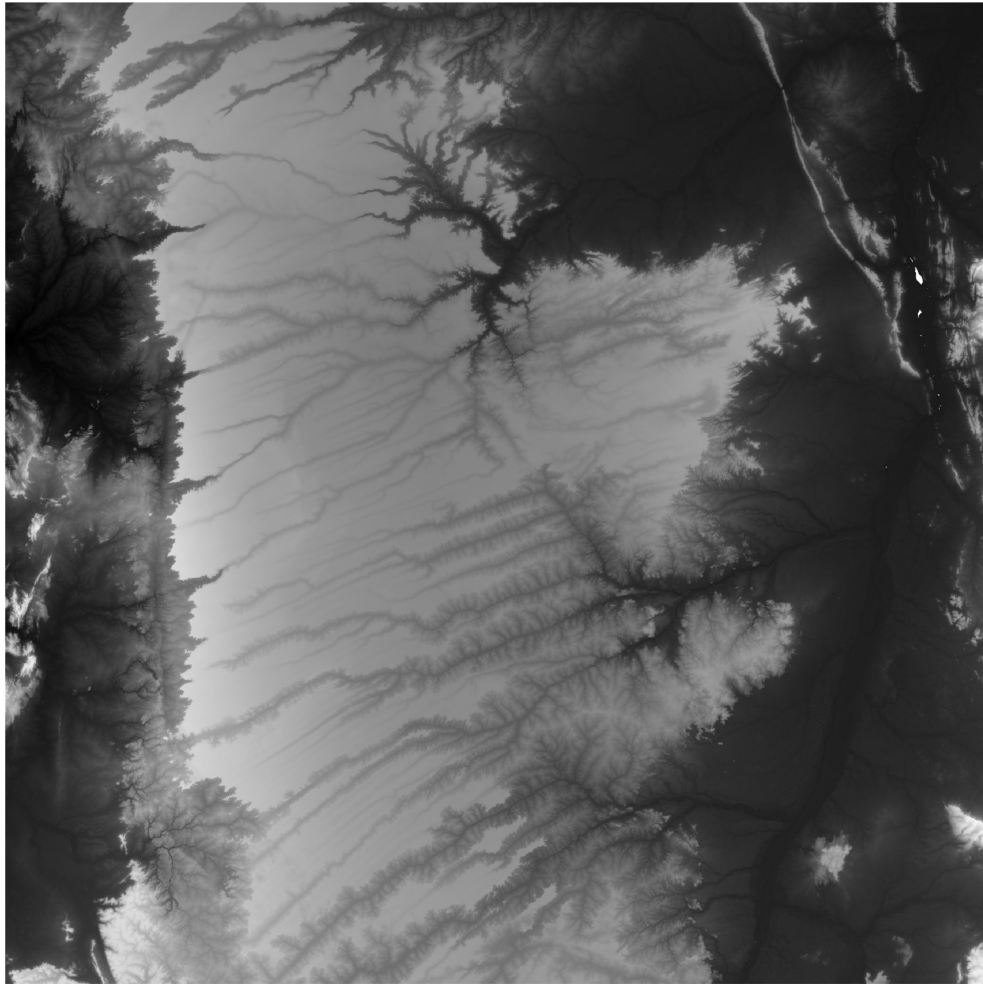


Fonte: Rennó et al. (2008).

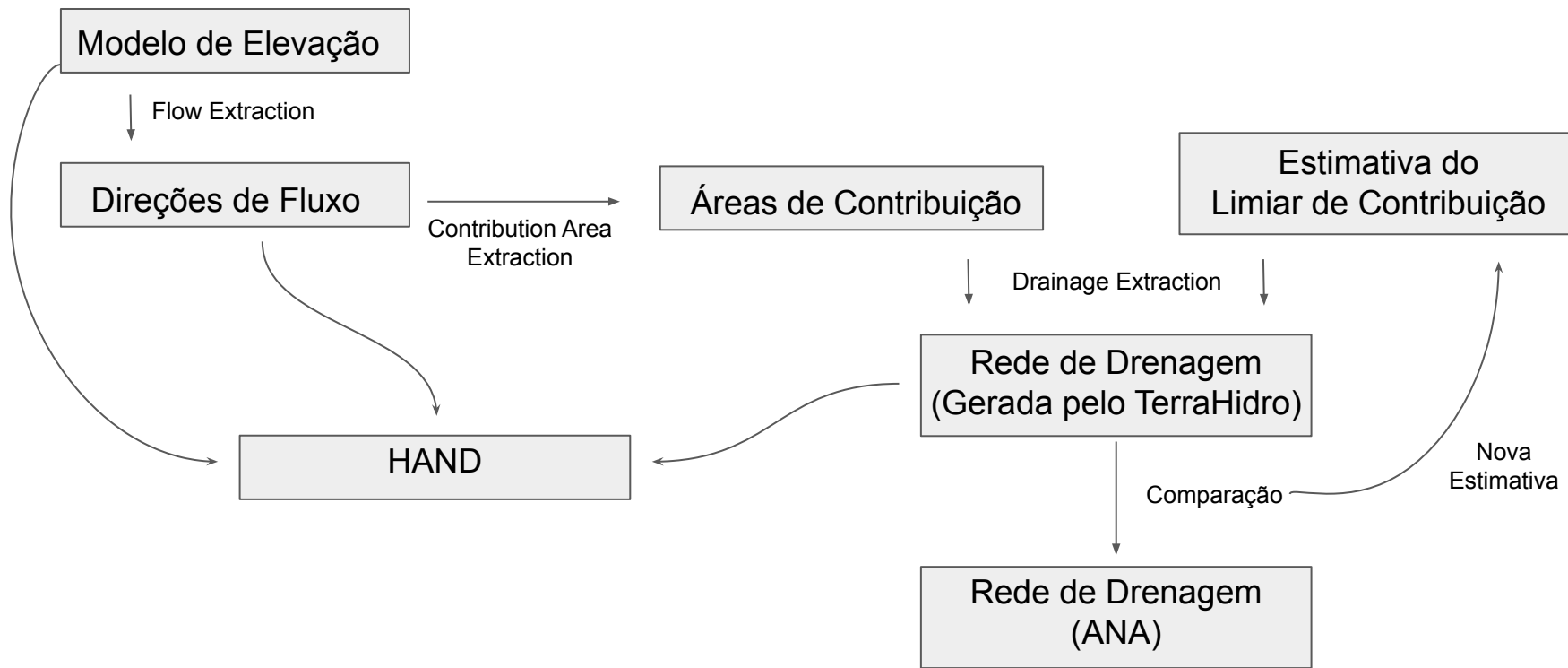
# USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global

## Product Specifications

Projection	Geographic
Horizontal Datum	WGS84
Vertical Datum	EGM96 (Earth Gravitational Model 1996)
Vertical Units	Meters
Spatial Resolution	1 arc-second for global coverage (~30 meters) 3 arc-seconds for global coverage (~90 meters)
Raster Size	1 degree tiles
C-band Wavelength	5.6 cm

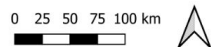
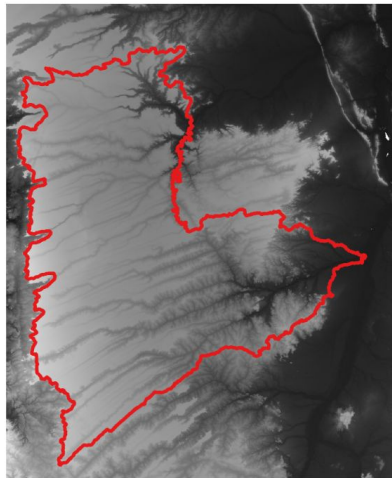


# Extração do HAND (TerraHidro + QGIS)



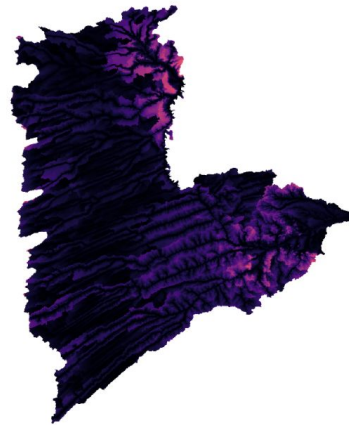


Modelo de Elevação (SRTM)



Processamento no  
TerraHidro

HAND (hidrografia completa)



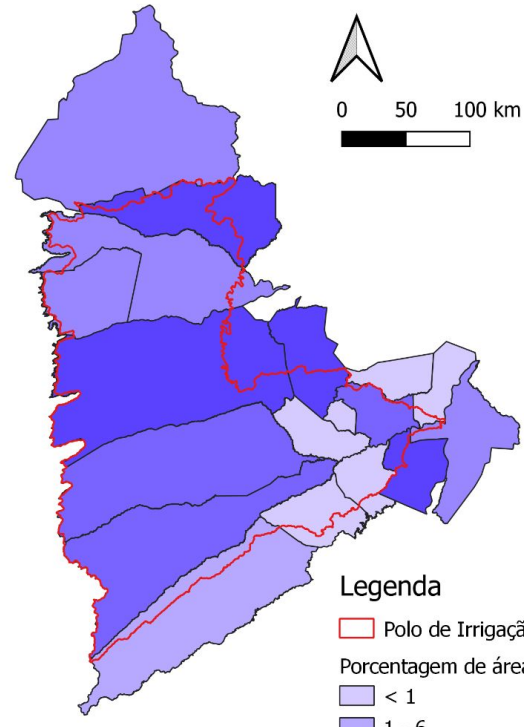
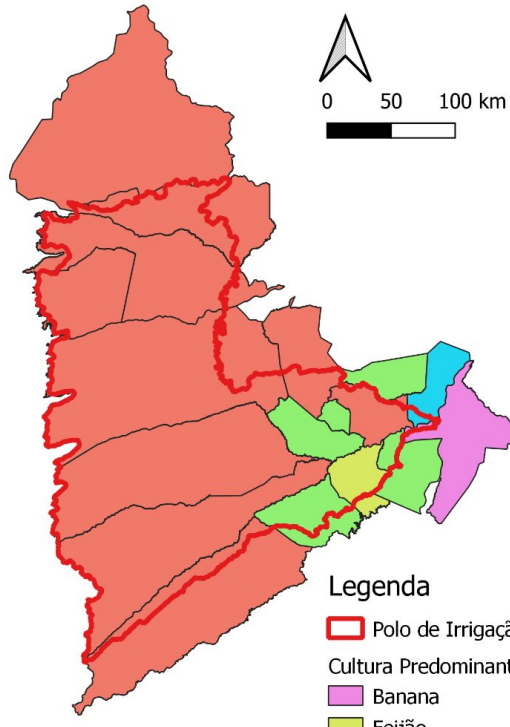
HAND (disp. hídrica > 0.5m<sup>3</sup>/s)



HAND (disp. hídrica > 1m<sup>3</sup>/s)



# Culturas - Produção Agrícola Municipal 2019 (IBGE)





# Base de Dados: ANA (2017)

## Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada

A Agência Nacional de Águas, em parceria com os estados da Bahia, Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Maranhão e Piauí, realizou estudos para ampliar o conhecimento hidrogeológico do Sistema Aquífero Urucuia (SAU), localizado no contexto da bacia hidrográfica do rio São Francisco. A área estudada abrange em sua grande parte o bioma Cerrado e o ecótono Caatinga-Cerrado, mas apresenta-se bastante modificada pela maciça ocupação de áreas agrícolas, sobretudo na região do oeste da Bahia. Esse manancial subterrâneo exerce uma grande importância no ciclo hidrológico regional, uma vez que é responsável pela perenidade dos rios do oeste baiano (afluentes da margem esquerda do São Francisco) e ainda supri diversos projetos de irrigação instalados naquela região. A proposta de gestão integrada e compartilhada apresentada visa dar suporte à prática da gestão sustentável do SAU, em médio e longo prazo, entre os seis estados (Maranhão, Piauí, Goiás, Bahia, Tocantins Minas Gerais) e a União. O projeto, concluído em 2017, foi conduzido pela Agência Nacional de Águas e executado pelo consórcio ENGECORPS/WALM.

Concluído

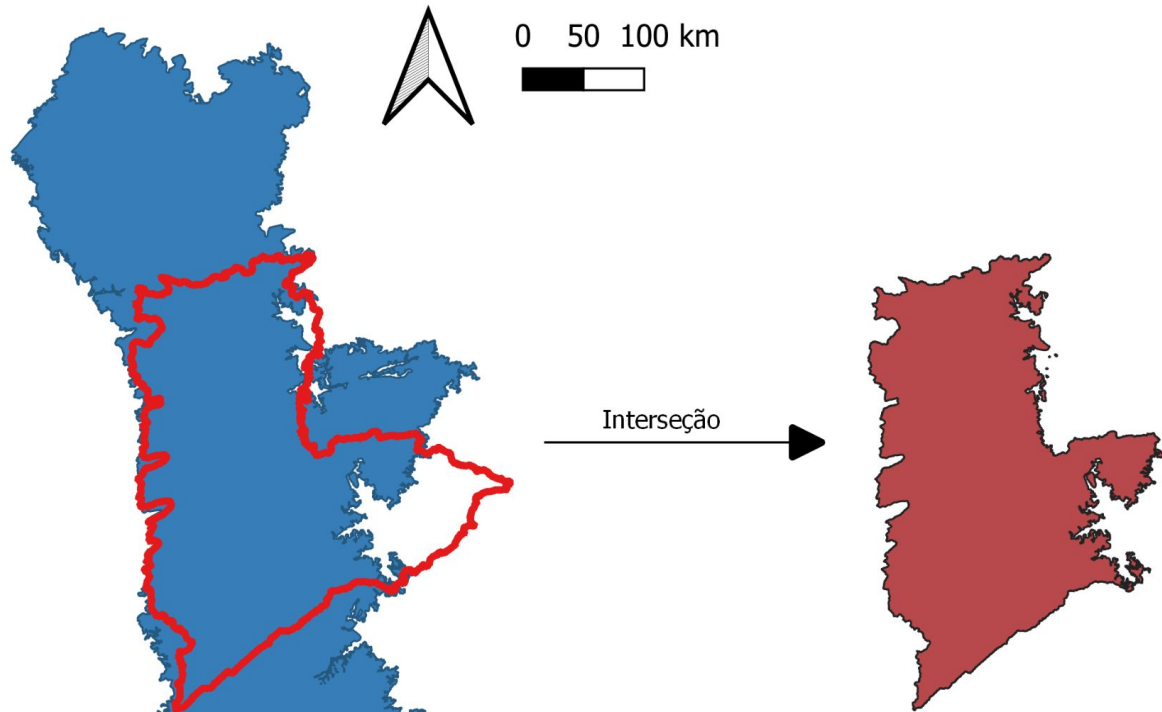
	Uso da águas subterrâneas (shp) nos limites do SAU e SAA. Contém os dados ou estimativas de uso das águas subterrâneas (vazão explotada por meio dos...  <a href="https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b26a6c8e-affa-4766-8cb7-ccd5aadb3453/attachments/GEST_USO_AGUAS_SUB.zip">https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b26a6c8e-affa-4766-8cb7-ccd5aadb3453/attachments/GEST_USO_AGUAS_SUB.zip</a>	Baixar
	Uso da águas superficiais (shp) nos limites do SAU e SAA. Integra os dados da base disponível no Relatório Conjuntura de Recursos Hídricos (outorgas)...  <a href="https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b26a6c8e-affa-4766-8cb7-ccd5aadb3453/attachments/GEST_USO_AGUAS_SUP.zip">https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b26a6c8e-affa-4766-8cb7-ccd5aadb3453/attachments/GEST_USO_AGUAS_SUP.zip</a>	Baixar

	uso_agua	count(*)
1	NULL	462
2	Abastecimento doméstico	147
3	Irrigação	140
4	Consumo humano	116
5	Abastecimento múltiplo	108
6	Abastecimento doméstico/irrig.	76
7	Consumo Humano	74
8	Consumo humano, Pulverização	59
9	Abastecimento doméstico/animal	40
10	Sem uso	38
11	Abastecimento urbano	23
12	Doméstico/irrigação/animal	20
13	Indústria	17
14	Abastecimento industrial	12
15	Criação Animal	11
16	Pecuária	10




17	Consumo humano, Dessedentação animal	9
18	Dessedentação animal	8
19	Outras	4
20	Consumo humano, Pulverização, Dessedentação an...	3
21	Outros (lazer, etc.)	3
22	Abastecimento Público	3
23	IRRIGAÇÃO	2
24	Pulverização	2
25	ABASTECIMENTO PÚBLICO	2
26	Abastecimento Doméstico	1
27	CONSUMO INDUSTRIAL	1
28	Consumo humano, Irrigação	1
29	Consumo humano, pulverização	1
30	Mineração	1
31	Outros (lazer, etc)	1

	uso_agua	count(*)
1	NULL	462
2	Abastecimento doméstico	147
3	Irrigação	140
4	Consumo humano	116
5	Abastecimento múltiplo	108
6	Abastecimento doméstico/irrig.	76
7	Consumo Humano	74
8	Consumo humano, Pulverização	59
9	Abastecimento doméstico/animal	40
10	Sem uso	38
11	Abastecimento urbano	23
12	Doméstico/irrigação/animal	20
13	Indústria	17
14	Abastecimento industrial	12
15	Criação Animal	11
16	Pecuária	10

17	Consumo humano, Dessedentação animal	9
18	Dessedentação animal	8
19	Outras	4
20	Consumo humano, Pulverização, Dessedentação an...	3
21	Outros (lazer, etc.)	3
22	Abastecimento Público	3
23	IRRIGAÇÃO	2
24	Pulverização	2
25	ABASTECIMENTO PÚBLICO	2
26	Abastecimento Doméstico	1
27	CONSUMO INDUSTRIAL	1
28	Consumo humano, Irrigação	1
29	Consumo humano, pulverização	1
30	Mineração	1
31	Outros (lazer, etc)	1

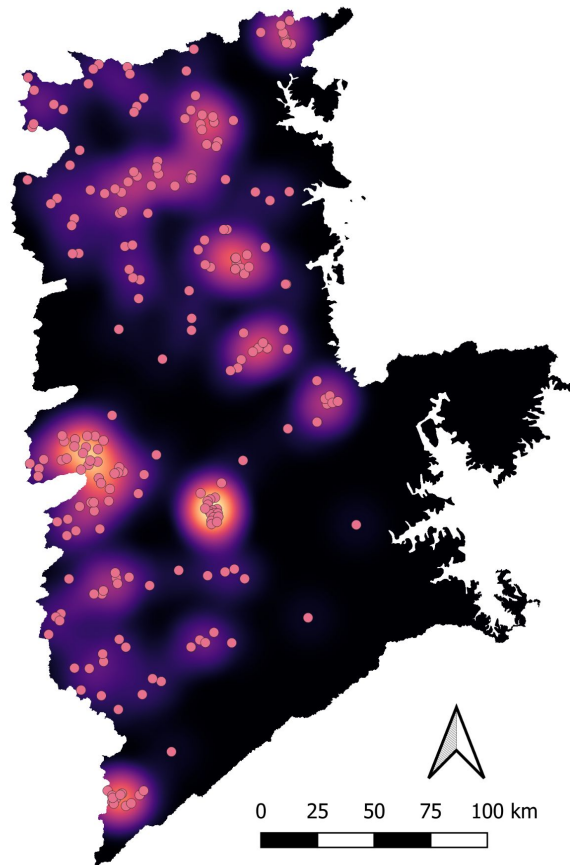


### Legenda

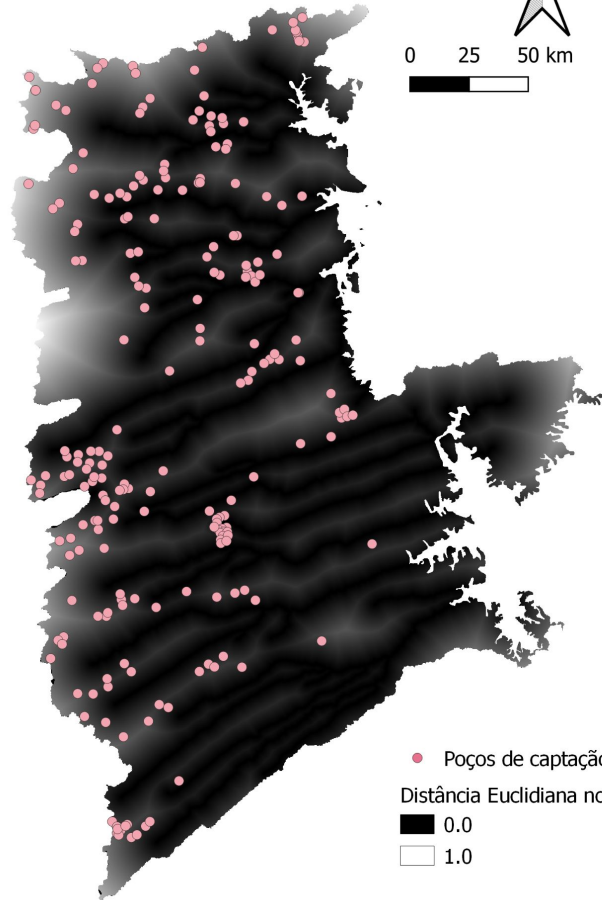
-  Polo de Irrigação do Oeste da Bahia
-  Sistema Aquífero Urucuia
-  Área de estudo



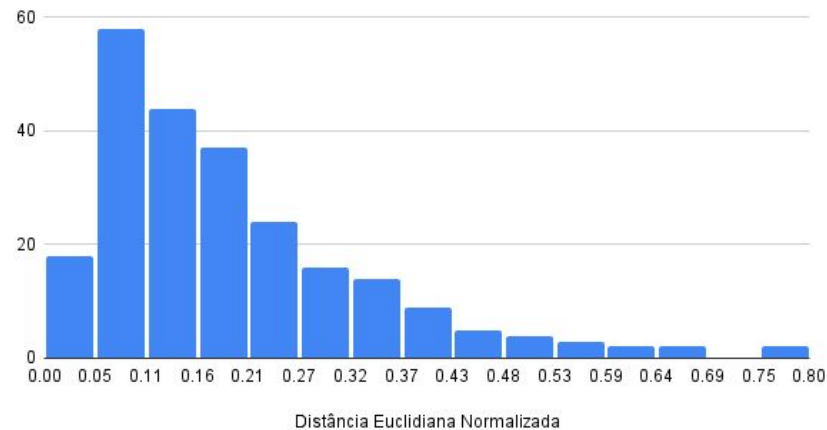
# Localização de Poços de Captação Subterrânea para Irrigação



# Pontos de Captação - Distância Euclidiana Disponibilidade Hídrica > 1m<sup>3</sup>/s



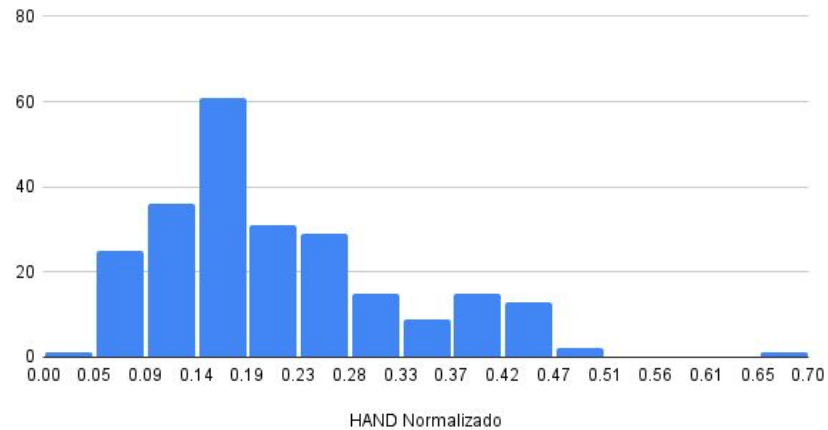
## Histograma - Quantidade de Poços (Disp. Hídrica > 1m<sup>3</sup>/s)



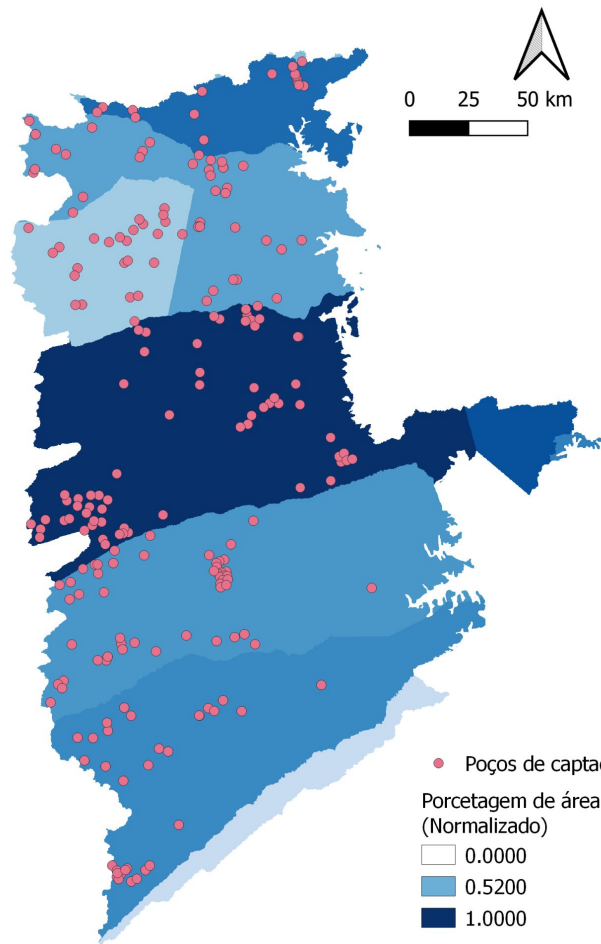
# Pontos de Captação - HAND Disponibilidade Hídrica > 1m3/s



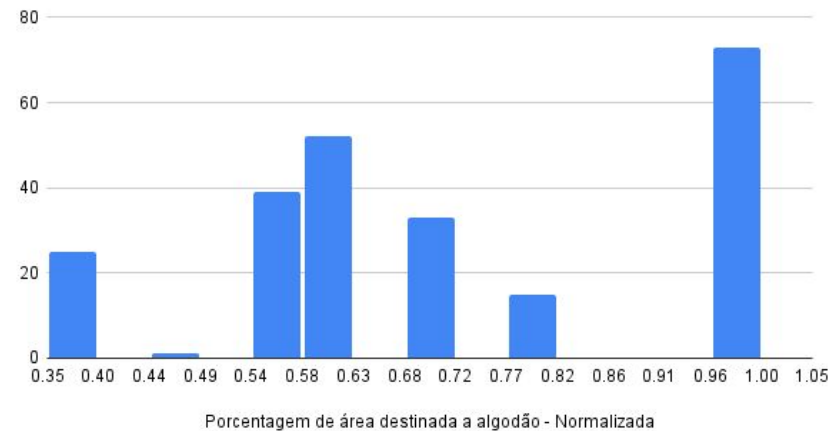
## Histograma - Quantidade de poços (Disp. Hídrica > 1m3/s)



## Pontos de Captação - Cultivo de algodão

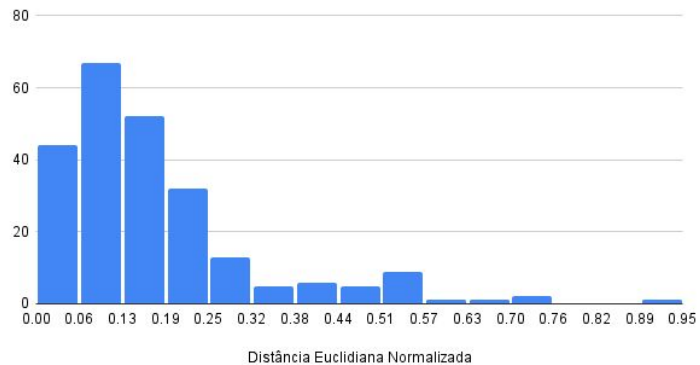


### Histograma - Quantidade de Poços (cultivo de algodão)



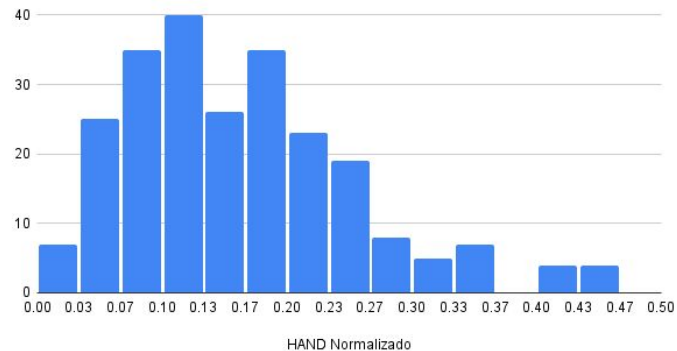
## Dist. Euclidiana - Hidrog. Completa

Histograma - Quantidade de poços (Hidrog. Completa)



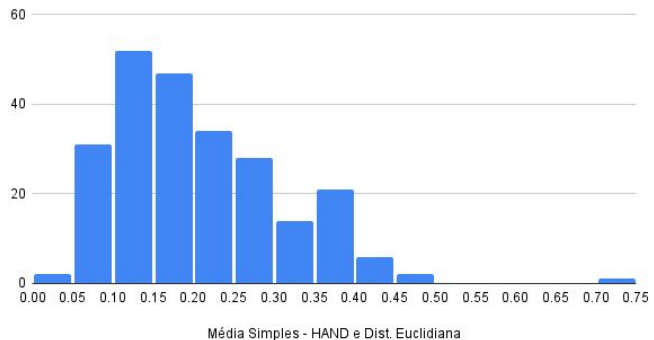
## HAND - Hidrog. Completa

Histograma - Quantidade de poços (Hidrog. Completa)



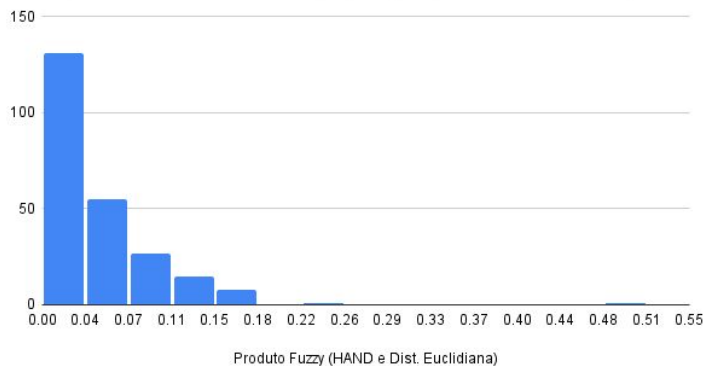
## Média Simples (HAND + Dist. Euclidiana)

Histograma - Quantidade de poços (Disp. Hídrica > 1m3/s)



## Produto Fuzzy (HAND \* Dist. Euclidiana)

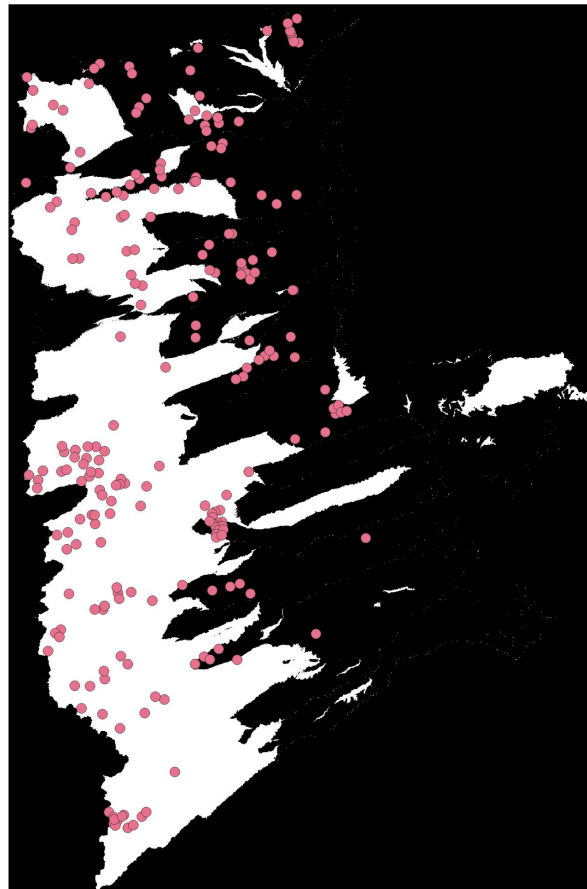
Histograma - Quantidade de poços (Disp. Hídrica > 1m3/s)



$0.05 < \text{Média Simples (Disp.1)} < 0.38$



$1 / (\text{Avg\_Disp.1} - \text{Euclid\_Disp.3}) < 0$





# Quais outros fatores influenciam a decisão de instalar um poço de captação subterrânea?

- Perfil de Irrigação?

# Quais outros fatores influenciam a decisão de instalar um poço de captação subterrânea?

- Perfil de Irrigação?
- Tamanho da propriedade, capital investido?

# Quais outros fatores influenciam a decisão de instalar um poço de captação subterrânea?

- Perfil de Irrigação?
- Tamanho da propriedade, capital investido?
- Infraestrutura e acesso?

# Quais outros fatores influenciam a decisão de instalar um poço de captação subterrânea?

- Perfil de Irrigação?
- Tamanho da propriedade, capital investido?
- Infraestrutura e acesso?
- Oferta de serviços de instalação e manutenção?

# Quais outros fatores influenciam a decisão de instalar um poço de captação subterrânea?

- Perfil de Irrigação?
- Tamanho da propriedade, capital investido?
- Infraestrutura e acesso?
- Oferta de serviços de instalação e manutenção?
- Proximidade a poços já instalados?

# Quais outros fatores influenciam a decisão de instalar um poço de captação subterrânea?

- Perfil de Irrigação?
- Tamanho da propriedade, capital investido?
- Infraestrutura e acesso?
- Oferta de serviços de instalação e manutenção?
- Proximidade a poços já instalados?
- Perfil do produtor?



# Conclusões

- Apenas com informações de distância euclidiana, HAND e agregação municipal de produção agrícola não foi possível inferir satisfatoriamente a localização de poços de captação subterrânea.
- Para utilizar dados de culturas seriam necessárias uma base de dados mais detalhada, ou a utilização estratégias de desagregação da produção agrícola e identificação de perfis de irrigação.
- Ainda é necessário investigar quais outros fatores estão relacionados à decisão de utilizar água subterrânea, por exemplo através de entrevistas com produtores.

# Referências

SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO Projeções Do Agronegócio: Brasil 2018/19 a 2028/29 projeções de longo prazo. Brasília, MAPA/ACE, 2019. ISBN 978-85-7991-127-9.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Produção agrícola municipal : culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 2019. ISSN: 01013963.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL Atlas Irrigação: Uso Da Água Na Agricultura Irrigada. Brasília, ANA, 2021 2.ed. ISBN 978-65-88101-10-0.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil, 2019 2.ed. ISBN 978-65-88101-10-0.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL Estudos hidrogeológicos e de vulnerabilidade do Sistema Aquífero Uruçua e proposição de modelo de gestão integrada compartilhada : volume 1 - diagnóstico do meio físico da região de abrangência dos Sistemas Aquíferos Uruçua e Areado : tomo I – caracterização do meio físico, do uso e ocupação da terra, levantamento hidrogeológico e investigações geofísicas: Relatório Final, 2017. CDU 556.33

SANO, E. E. et al. Fronteira Agrícola Do Oeste Baiano: Considerações Sobre Os Aspectos Temporais E Ambientais. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 30, n. 3, p. 479-489, 2011.

WADA, Y. et al. Global Depletion of Groundwater Resources. Geophysical Research Letters. 37, 2010.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. Introdução à Ciência da Geoinformação. INPE, São José dos Campos –SP. 2001.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA NO BRASIL, Pib Do Agronegócio Alcança Participação De 26,6% No Pib Brasileiro Em 2020. Mar. 2021

ZYL, J. The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): a breakthrough in remote sensing of topography, Acta Astronautica, v. 48, 5–12, 2001, p. 559-565, ISSN 0094-5765

RENNÓ, C.D.; NOBRE, A.D.; CUARTAS, L.A.; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M.J. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. Remote Sensing of Environment, v. 112, n. 9, p.3469–3481, 2008.

WENGER, K.; VADJUNEC, J. M.; FAGIN, T. Groundwater Governance and the Growth of Center Pivot Irrigation in Cimarron County, OK and Union County, NM: Implications for Community Vulnerability to Drought. Water (Switzerland), v. 9, 2017.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Estimativa Da Contribuição Hídrica Superficial Do Cerrado Para As Grandes Regiões Hidrográficas Brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS 17., 2007, São Paulo: ABRH. Anais... 2007