

# MelhoresPráticas

— 2019 —

**ANP**  
**TRILHOS**

CAMILA M. R. CHANQUINI / ADRIANA M. DOS SANTOS / FABIO H.  
OYADOMARI / LEONARDO M. VALENTINI / RODRIGO M. KISE



*Via***Quatro**

# ABASTECIMENTO SUBTERRÂNEO DE ÁGUA POTÁVEL PARA AS ESTAÇÕES DA LINHA 4-AMARELA



**Melhores Práticas**  
— 2019 —

**ANP**  
**TRILHOS**

## CARACTERÍSTICAS DA LINHA 4-AMARELA DE METRÔ DE SP

### 1 ViaQuatro

- Em operação
- 2ª fase



- > 30 anos de operação
- > 12,8 quilômetros de extensão | 11 estações | 1 pátio | 29 trens
- > Demanda atual: 800 mil passageiros transportados por dia útil (previsão de 1 milhão)
- > Integração com Metrô (Linhas 1, 2 e 3) e CPTM (Linhas 7, 9 e 11)



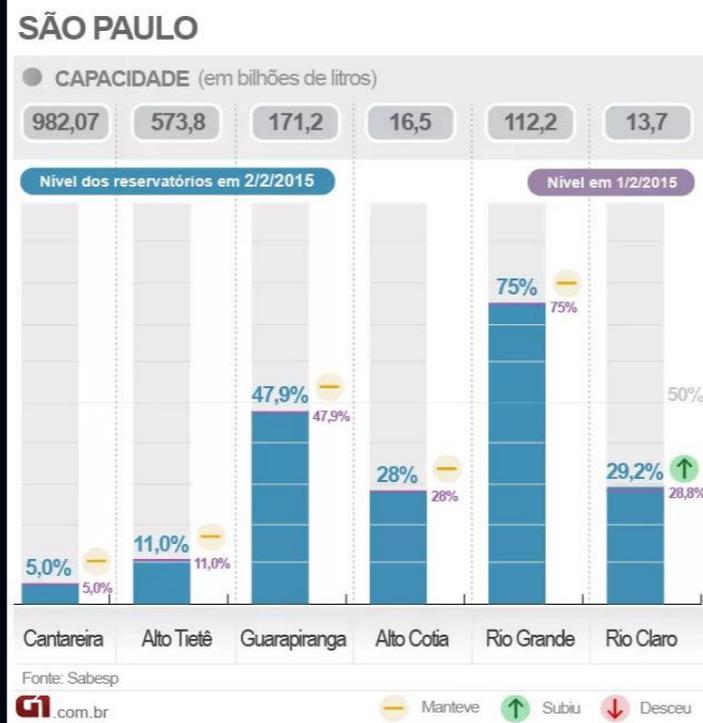
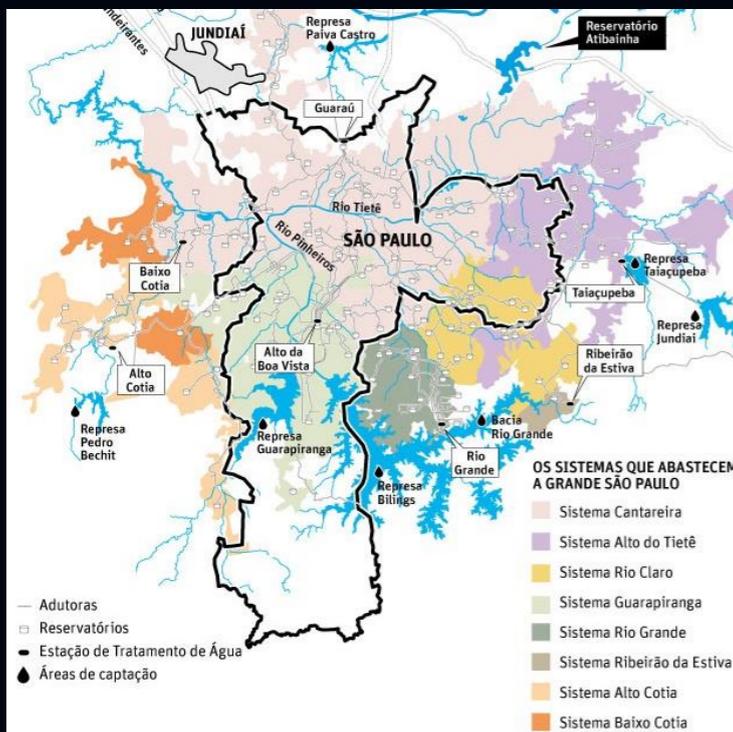
Apresentar o conceito técnico e sustentável de abastecimento de água potável das Estações da Linha 4-Amarela, a partir de poço artesiano e sistema de tratamento localizados nas instalações do Pátio Vila Sônia.



# MOTIVAÇÃO



No 1º trimestre de **2015**, com o agravamento da **crise hídrica em São Paulo**, a ViaQuatro foi informada sobre diretriz da Sabesp, na qual não seria priorizada em caso de escassez de água, pois os recursos hídricos seriam destinados a **“hospitais, delegacias, grupamentos do Corpo de Bombeiros e penitenciárias, entre outros”**.



## cotidiano

### CRISE DA ÁGUA

#### Crise da água

01/12/2014 @ 02h00

Com a crise hídrica, quais os riscos de São Paulo ficar sem água em 2015? A meteorologia prevê chuva dentro da média, mas avaliações do governo e de especialistas transitam entre "controle" e "colapso"; abaixo, veja os cenários para o sistema Cantareira

#### NÍVEL DOS RESERVATÓRIOS DO CANTAREIRA

Em %, no dia 10 de cada mês, segundo a ANA (Agência Nacional de Águas)



Médias históricas das chuvas no Cantareira (em mm)

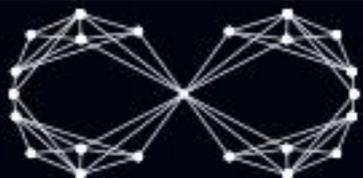
Novembro	161,2
Dezembro	226,8
Janeiro	259,9
Fevereiro	202,6
Março	184,1

Média neste ano: 102,8 (49,7% da média histórica)

Média histórica do período: 206,9

## SP vai ter ÁGUA em 2015?

Meteorologia prevê chuva dentro da média, mas avaliações do governo e de especialistas transitam entre 'controle' e 'colapso'



Melhores Práticas  
— 2019 —

ANP  
TRILHOS

FOLHA DE S.PAULO  
★ ★ ★ UM JORNAL A SERVIÇO DO BRASIL

# CRISE HÍDRICA – SISTEMA CANTAREIRA



## ESTUDOS

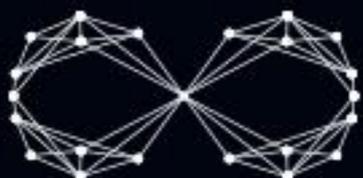
Para garantir a operação nas estações e Pátio da Linha 4-Amarela foram iniciados estudos em busca de solução para garantir o abastecimento independente e sustentável.

### Alternativas:

- Água de Chuva e Sistema de Tratamento;
- Poço Artesiano e Sistema de Tratamento.

A solução por meio de água subterrânea proporciona a redução do uso de rede pública. A Concessionária também deixa de ser um dos grandes consumidores em “contrato de demanda firme”, como indústrias, hospitais, condomínios etc.

**“Com o não abastecimento da Linha 4, são evitadas grandes demandas de consumo, preservando os sistemas da Cantareira e Guarapiranga.”**



MelhoresPráticas  
— 2019 —

ANP  
TRILHOS

The screenshot shows the homepage of the Folha de S. Paulo newspaper. The main headline is "Crise da água causa corrida por poços artesianos" (Water crisis causes rush for artesian wells). The article text indicates that companies are waiting for up to 45 days for well installation, with a minimum cost of R\$ 20,000 and a license that can take up to a year. The author is Luca Sampaio de Campina. The article mentions that over 2 million people are under official rationing and that the interior of São Paulo is now facing a race for artesian wells, starting to reach the metropolitan region. It also notes that while wells are a viable alternative, expansion faces challenges like high cost and slow licensing. The article concludes that the search for service has increased, with companies waiting for up to 45 days.

The screenshot shows a tweet from "NossaSP" dated 23/03/2015 at 11:42. The tweet title is "SP oferece poço para grande cliente 'deixar' o Cantareira". The text explains that the government of São Paulo decided to offer large companies the opening of artesian wells in exchange for the termination of contracts with Sabesp, the state water utility. The objective is to reduce water demand from the Cantareira reservoir. It notes that in the Grande SP area, there are 539 clients under "firm demand" contracts, including industries, condominiums, commercial buildings, and shopping centers, which together consume 700 liters of water per second (equivalent to 5% of the production in the Cantareira system). Examples of such clients include banks (Bradesco), supermarkets (Walmart), hospitals (São Luiz), and communication companies (UOL). The tweet concludes that the idea from Governor Geraldo Alckmin (PSDB) is to terminate at least part of these differentiated contracts.

# POÇO ARTESIANO

- No estudo da região do entorno do Pátio Vila Sônia foram identificados poços artesianos com grandes vazões.
- A Concessionária contratou empresa especializada para avaliar as condições do aquífero e implantar um poço artesiano.

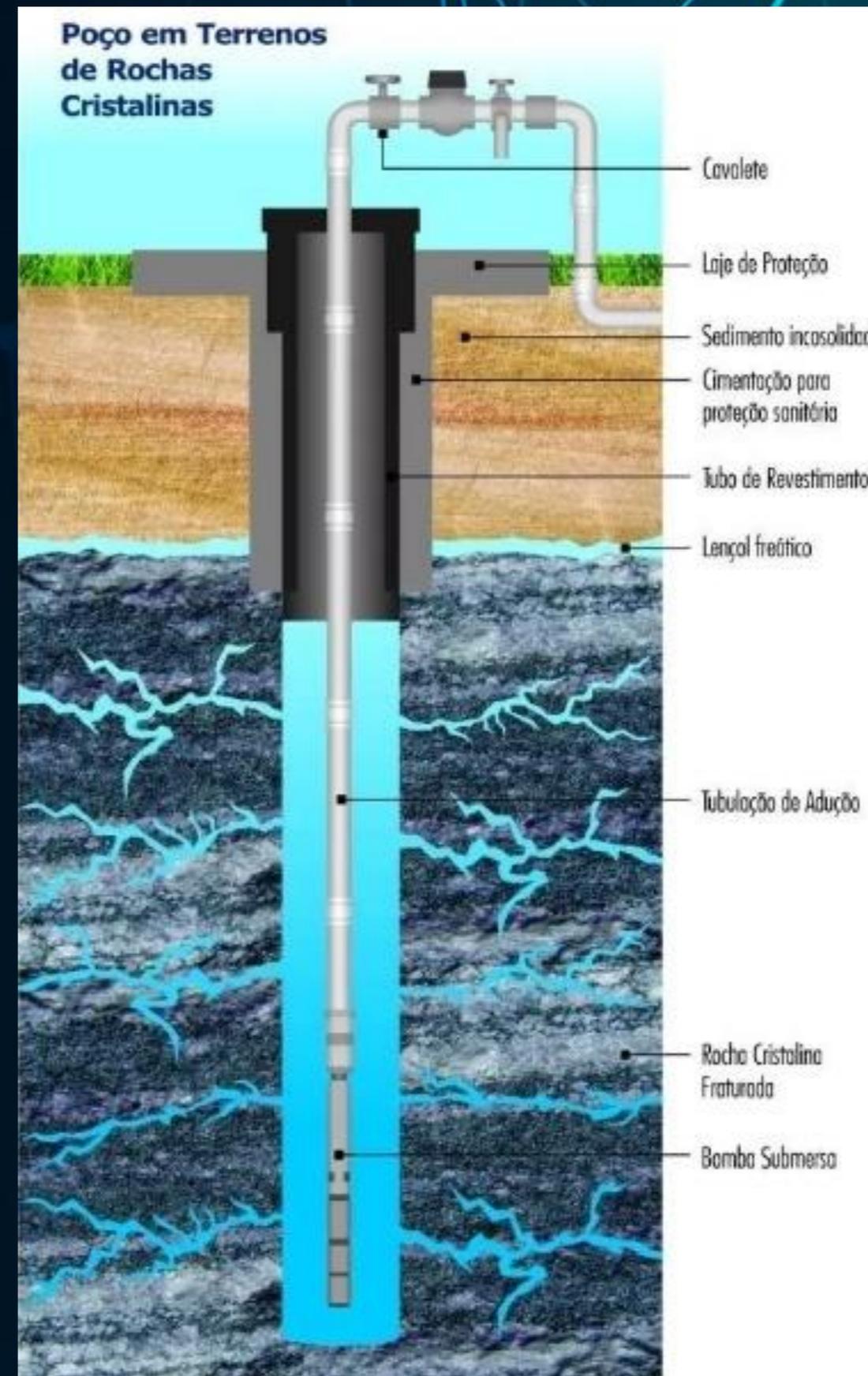


# POÇO ARTESIANO

A análise da água e da vazão mostraram:

- Água de **excelente qualidade**, necessitando apenas de **pré-cloração, filtração e controle de pH**;
- Vazão de ordem de **15 m<sup>3</sup>/h**, suficiente para suprir as necessidades do Pátio Vila Sônia e das Estações da Linha 4.

Para utilização da água para consumo e garantir a potabilidade pela Portaria de Consolidação N°5/2017 do Ministério da Saúde, foi executada a ETA (Estação de Tratamento de Água) no Pátio Vila Sônia.



# TRATAMENTO DE ÁGUA

O sistema de **tratamento físico-químico convencional** implantado tem as seguintes fases de tratamento:

1. **Mistura rápida/pré-cloração:** são adicionados produtos químicos por meio de bombas dosadoras acionadas automaticamente que visam corrigir o pH e desinfetar a água do poço;
2. **Filtração:** os sólidos com menor peso específico são retidos no processo de filtração;
3. **Verificação do cloro livre/pH:** para garantir a segurança sanitária e o padrão de potabilidade da água, é checado online por meio de um analisador de cloro residual livre e analisador de pH da água.



# TRANSPORTE DE ÁGUA

Estudos foram realizados para viabilizar o transporte de água tratada do Pátio até as Estações, com foco nos aspectos técnicos, econômicos, impactos ambientais e de sustentabilidade.

A avaliação final foi entre duas alternativas:

- **Caminhões-pipa** que trafegariam no sistema viário urbano (veículo tipo semipesado com tanque de 10m<sup>3</sup>);
- Abastecimento de água por meio de **tubulação ao longo do túnel de via.**



# TRANSPORTE POR CAMINHÃO-PIPA

## Aspectos relevantes:

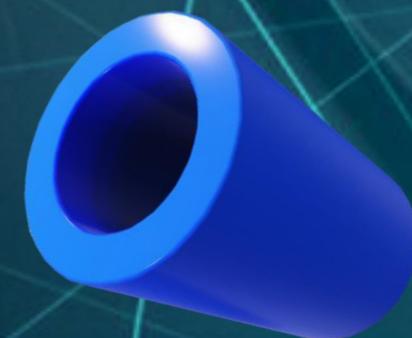
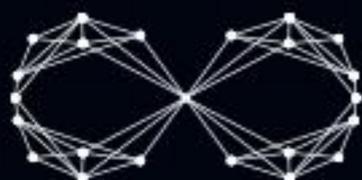
- Consumo significativo de combustível e **emissão de dióxido de carbono** na atmosfera;
- O abastecimento poderia sofrer atrasos devido às **condições de trânsito e circulação restringida pelas normas de trânsito local**, que limitam os horários de tráfego;
- **Dificuldade de estacionamento** nos pontos de abastecimento.
- Necessidade de **equipe dedicada para viabilidade operacional** dessa alternativa;
- A logística do fornecimento de água deveria **ser rigorosamente monitorada** para **atender às condições de consumo** e capacidade de reservação, sendo **suscetível a erros humanos**.



# ABASTECIMENTO PELO TÚNEL

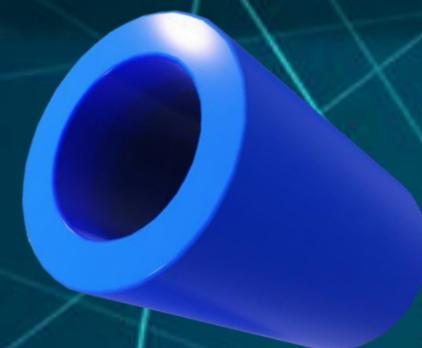
## Aspectos relevantes:

- Solução ambiental **sustentável**;
- Tubulações com elevada **resistência mecânica, térmica e química**, de material similar aos materiais já utilizados no túnel;
- **Facilidade para manutenção** (rede aparente e conexões rosqueadas);
- **Controle e operação automatizada** do sistema de abastecimento.



# SOLUÇÃO ADOTADA

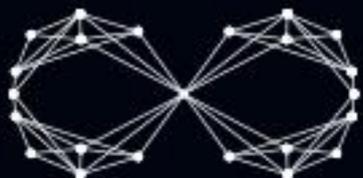
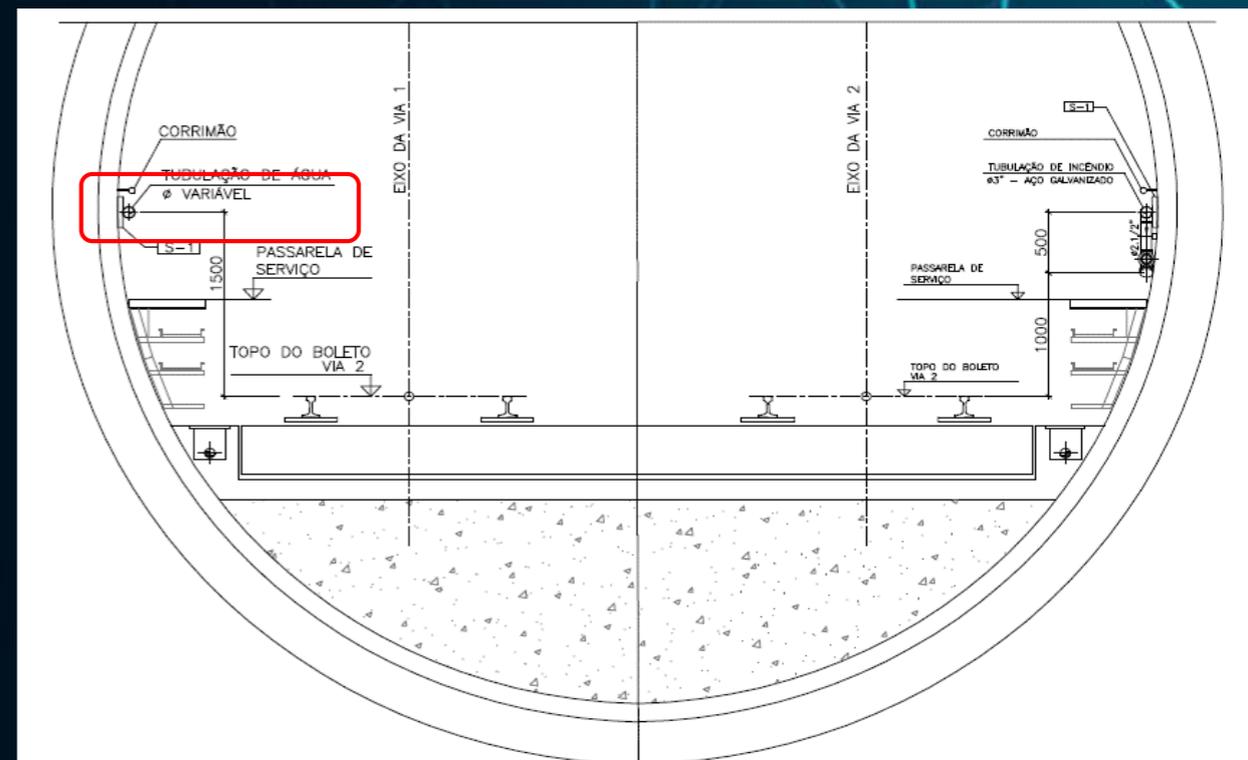
- Devido aos aspectos positivos, optou-se pelo abastecimento por meio da **implantação de tubulações no túnel de via**;
- A solução consiste em **adutora de aço carbono galvanizado e revestido internamente** com pintura anticorrosiva epóxi líquido, de diâmetro variável entre  $\text{Ø}4''$  e  $\text{Ø}1\frac{1}{2}''$ ;
- A rede tem início no reservatório elevado do Pátio Vila Sônia, desenvolve traçado superficial até a entrada do túnel de via, por onde **segue fixa na parede do túnel** em toda a extensão da Linha 4, até a Estação da Luz, totalizando **12.590m de extensão**;



# ABASTECIMENTO PELO TÚNEL



- Trecho PVS – PIN = Alimentação por gravidade - 4”;
- Trecho PIN – FRA = Alimentação por gravidade - 3”;
- Trecho FRA – PTA = Necessidade de bombeamento - 2 ½”;
- Trecho PTA – HIG = Alimentação por gravidade - 2”;
- Trecho HIG – LUZ = Alimentação por gravidade - 1 ½”.



# EXECUÇÃO DA OBRA

**Pátio Vila Sônia**



# EXECUÇÃO DA OBRA

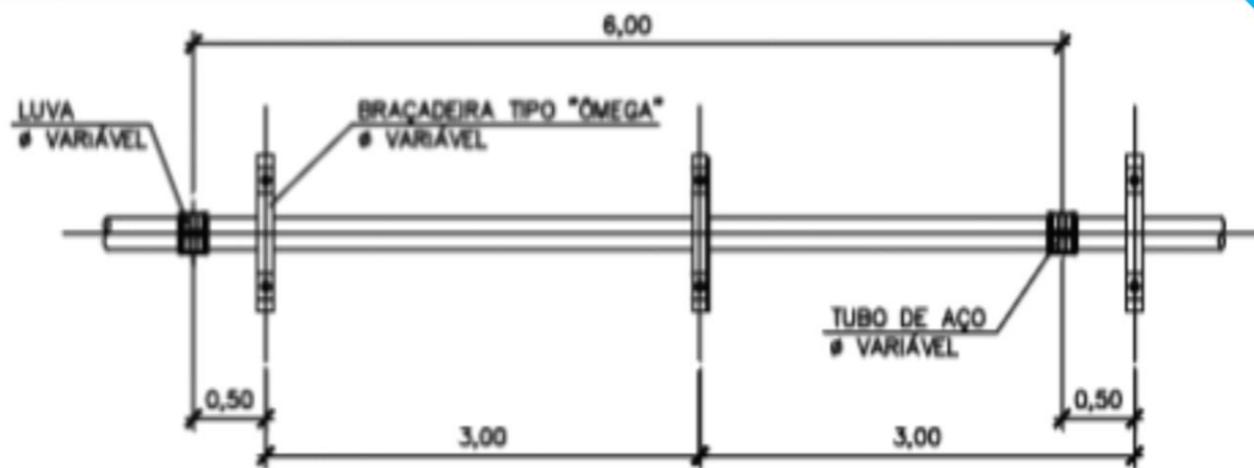
## Logística:

- A concepção do projeto considerou a implantação da adutora no túnel de via nos horários sem operação dos trens (0h30min às 3h30min) - tubos metálicos de extremidade rosqueada e luvas de conexão - agilidade na sua implantação;
- **Compatibilização com as manutenções** preventivas da Via Permanente e Rede Aérea;
- **Distribuição dos tubos no túnel** para posterior instalação

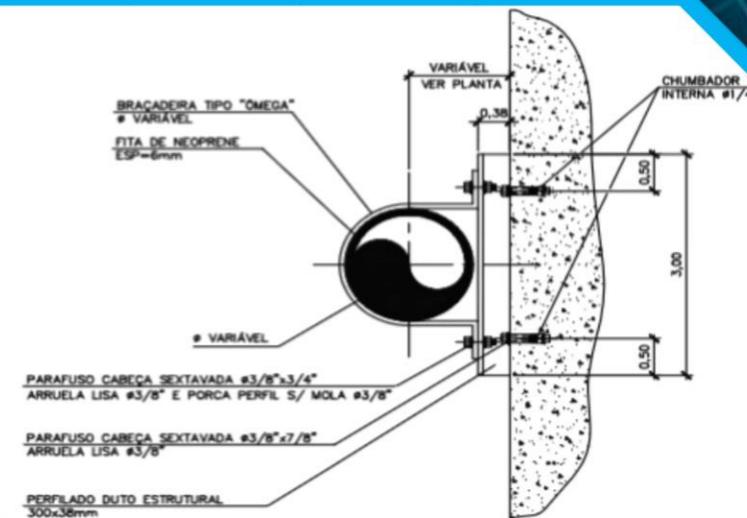


# EXECUÇÃO DA OBRA

Túnel:



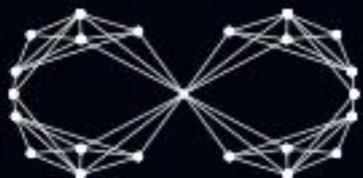
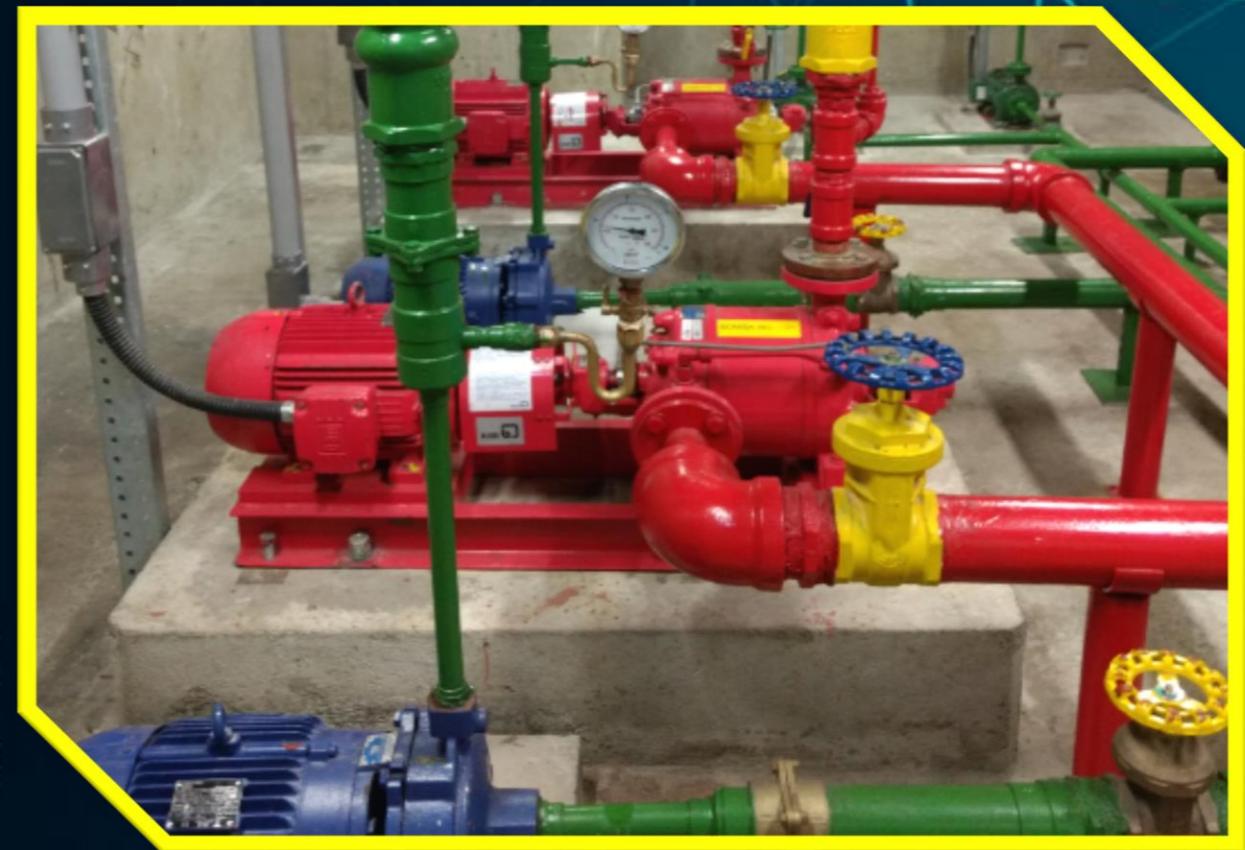
DETALHE DO ESPAÇAMENTO DO SUPORTE ST-1



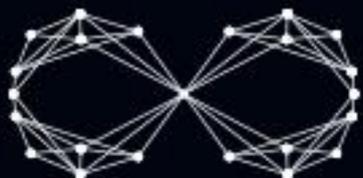
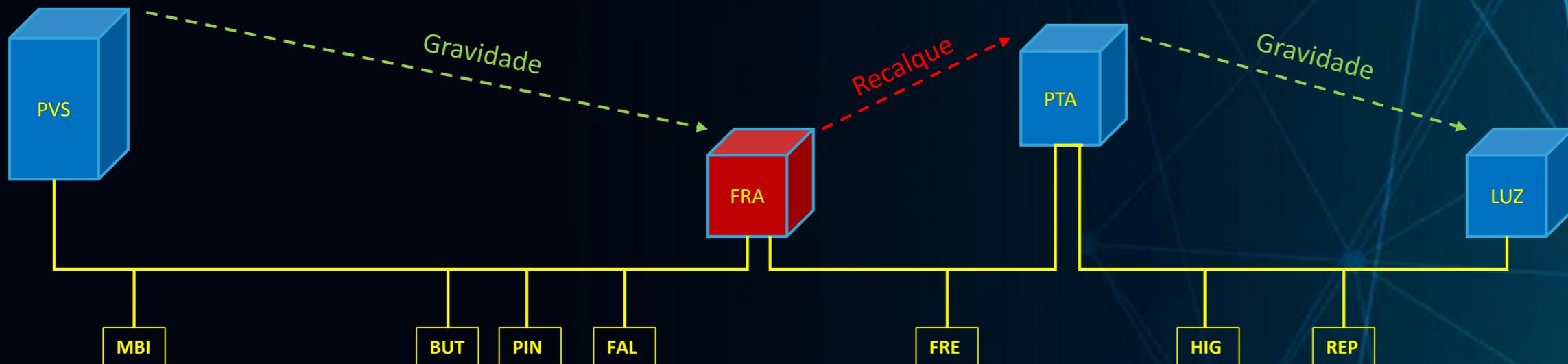
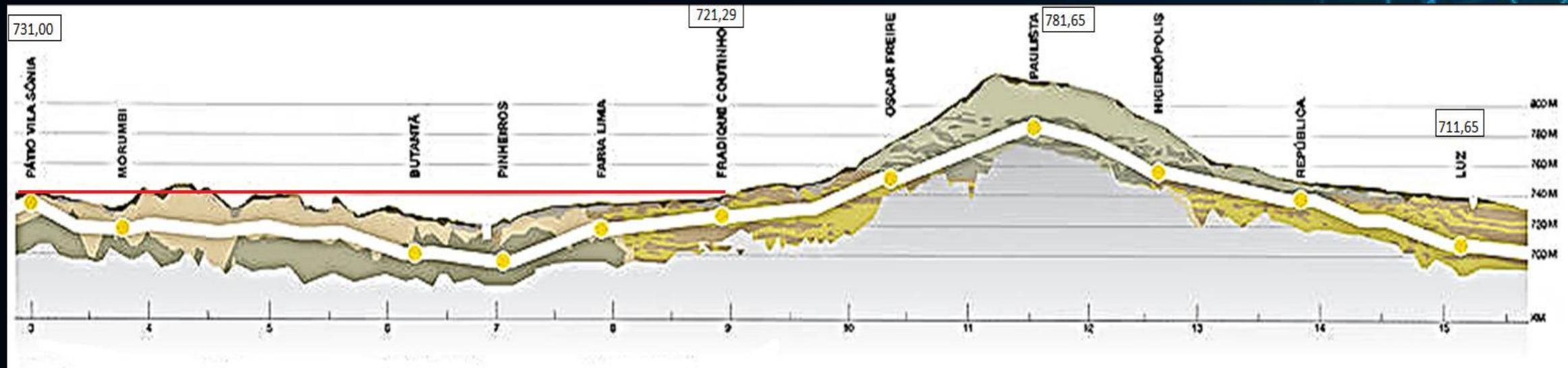
DETALHE 1 - SUPORTE ST-1

# ESTAÇÕES

- Nas extensões das plataformas das estações a adutora passa pelo interior da galeria de exaustão da ventilação do metrô, sob a plataforma de embarque.
- Aproximadamente na região central da plataforma de cada estação é feita uma derivação da adutora, gerando um novo ramal em tubulação de cobre que irá alimentar o reservatório superior da respectiva estação.
- Na entrada dos reservatórios superiores de cada estação há um clorador de linha, para garantir a qualidade da água reservada e distribuída em cada estação.

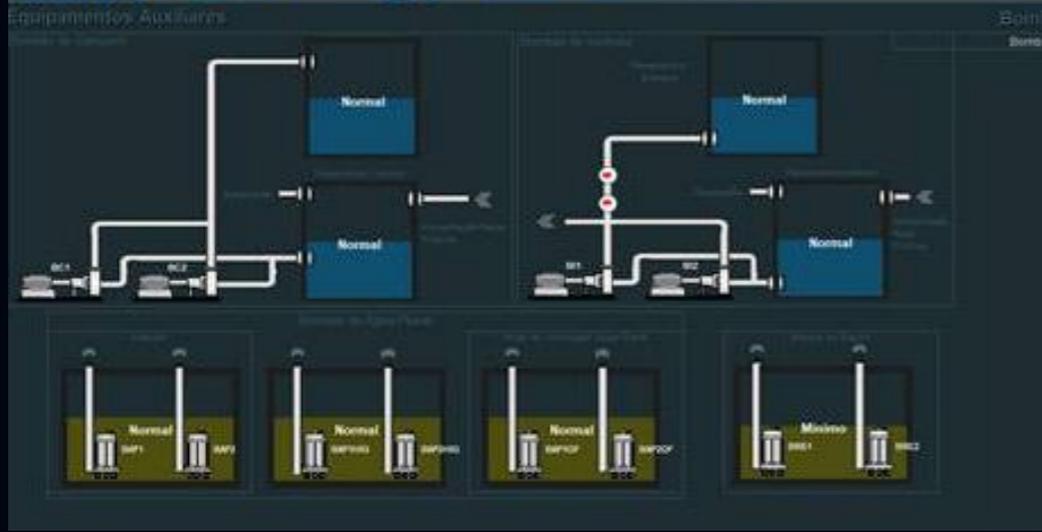


# PERFIL GEOMÉTRICO DA LINHA 4

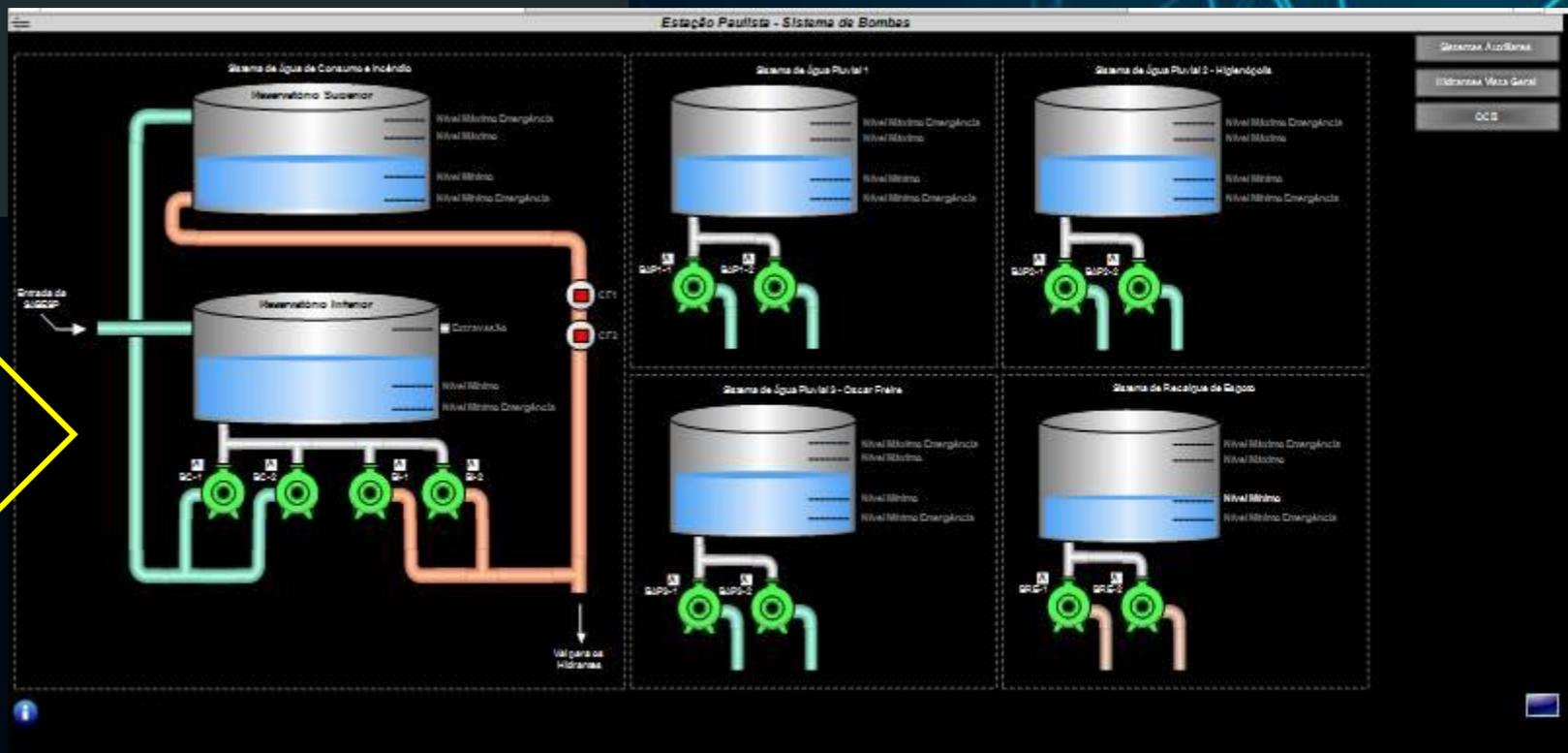


# AUTOMATISMO DO SISTEMA

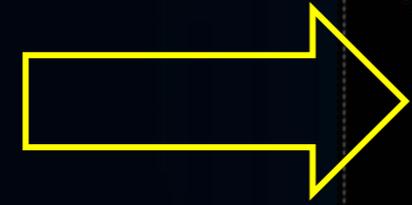
Log of events and system status for the Paulista station. The log includes entries such as 'Passageiros', 'Chamada Realizada no Andar Mesanino Inferior Via 2', 'Perla Aberta', 'Subindo', and 'Parado no Pavimento Plataforma Via 1'. The interface also displays the 'PAULISTA' logo, the date and time '17/10/2019 19:24:45', and the user name 'Usuário:'. The version number 'Versão 5.3' is also visible.



**MONITORAMENTO NA ESTAÇÃO**



**MONITORAMENTO NO CCO**



Melhores Práticas  
— 2019 —

**ANP  
TRILHOS**

# PLANO DE CONTINGÊNCIA

- Sistema de **Bomba Redundante** para o caso de falha no sistema de recalque;
- Implantação de **telemetria para monitoramento** de possíveis **vazamentos** no Pátio Vila Sônia;
- Sistema de **válvula de 3 vias instalado no Pátio Vila Sônia** acionado de forma automática quando necessário o abastecimento pela rede da Sabesp;
- Redundância de abastecimento de água – instalação da **Sabesp mantida nas estações como backup** para o caso de falha no abastecimento pelo poço.



# ANÁLISE DE RESULTADOS

O abastecimento através da combinação Poço Artesiano e Tubulação pelo Túnel mostrou-se:

- **Solução viável e sustentável** - Contribuição socioambiental e econômica por meio da **não utilização de água potável dos sistemas Cantareira e Guarapiranga**, que abastecem a população da cidade de São Paulo;
- **Mitigação de riscos operacionais** em caso de períodos de crise hídrica em São Paulo, como ocorrido em 2015;
- **Sistema automatizado** gerando **baixo custo operacional**;
- Utilização de infraestrutura do túnel existente (construída) para instalação da tubulação, **minimizando valores de investimentos e baixo custo de manutenção**;



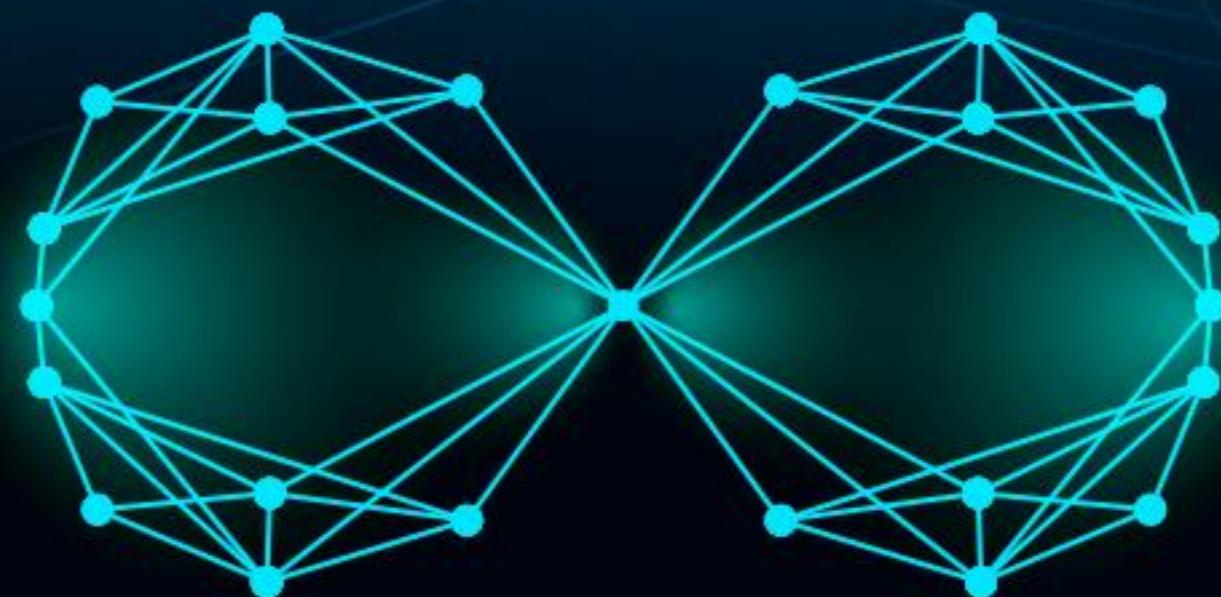
OBRIGADO!

---



**Melhores Práticas**  
— 2019 —

**ANP**  
**TRILHOS**



# MelhoresPráticas

— 2019 —

**ANP**  
**TRILHOS**