

19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR  
[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



## 25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv)

### A RODOVIA COMO CAPTADORA DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO DE POPULAÇÕES LINDEIRAS

DOI: (a ser preenchido após o envio do código DOI da publicação)

*Isaac Wanderson de Pontes Xavier<sup>1</sup>; Clara Beatryz Gomes Vieira<sup>1</sup>; Wana Maria de Souza<sup>1</sup>;  
Maria Lucineide Gomes da Silva<sup>1</sup> & Antonio Júnior Alves Ribeiro<sup>1</sup>*

#### RESUMO

Nesta pesquisa foi estudada a qualidade da água de chuva coletada em um ponto da Rodovia CE – 293, no trecho Missão Velha – Barbalha-CE, avaliando assim, os potenciais de usos múltiplos, focando no uso desta para o abastecimento da população residente próximo às rodovias, com base nos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, que se destina ao abastecimento para consumo humano, após o tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, pesca amadora, recreação de contato secundário e dessedentação de animais. Verificando também se essa água encontra-se no padrão de potabilidade estabelecido na Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021. Verificou-se que dentre os parâmetros analisados apenas a Cor encontrou-se em não conformidade segundo a resolução CONAMA, segundo a Portaria GM/MS n°888 estão fora a Cor, Turbidez, Amônia e Ferro, o que já era esperado, pois a água não passou por nenhum tipo de tratamento prévio. Apesar da pesquisa não ter sido realizada por um período maior, com mais pontos de coleta para uma maior representatividade de amostras, os resultados mostraram que essas águas têm um bom potencial para o consumo, podendo ser uma alternativa viável para uso em períodos de escassez de água, como já é feito no Programa um milhão de cisternas (P1MC).

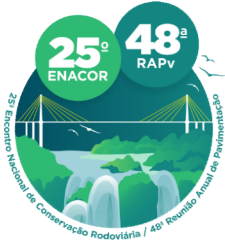
**Palavras-Chave:** Água de chuva; Rodovia; Águas.

#### ABSTRACT

In this research the quality of rainwater collected from a point on the CE - 293 road, in Missão Velha - Barbalha-CE section, was studied, thus evaluating the potential for multiple uses, focusing on the use of this water for the supply of the population residing near the roads, based on the standards established by CONAMA Resolution No. 357/05, for class 3 freshwater, which is intended for human consumption, after conventional or advanced treatment, irrigation of tree, cereal, and forage crops, recreational it was also verified that this water is within the potability standard defined in Governmental Order GM/MS No. 888, of May 4, 2021. It was found that among the parameters analyzed, only color was found to be in non-compliance according to the CONAMA resolution. According to Ordinance Governmental Order GM/MS No. 888, color, turbidity, ammonia, and iron are not in compliance, which was expected, since the water had not undergone any kind of previous treatment. Although the research was not carried out for a longer period, with more collection points for a greater representativeness of samples, the results showed that these waters have a good potential for consumption, and may be a viable alternative for use in periods of water scarcity, as is already done in the One Million Cisterns Program (P1MC).

**KEY WORDS:** Rain water; Highway; Waters.

<sup>1</sup> Instituto Federal do Ceará (IFCE) - *Campus Juazeiro do Norte*, [isaac.wanderson.pontes04@aluno.ifce.edu.br](mailto:isaac.wanderson.pontes04@aluno.ifce.edu.br), [clarabgomes@gmail.com](mailto:clarabgomes@gmail.com), [wanamaria19@gmail.com](mailto:wana maria19@gmail.com), [lucineidegmd@gmail.com](mailto:lucineidegmd@gmail.com), [junior.ribeiro@ifce.edu.br](mailto:junior.ribeiro@ifce.edu.br)



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



## INTRODUÇÃO

Uma das substâncias essenciais para suprir as necessidades humanas e dos demais seres vivos é a água. No Brasil, de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, define-se que a água é um bem de domínio público, constituído de um recurso natural limitado, dotado de valor econômico.

Apesar do planeta Terra ser coberto majoritariamente por água, há o problema da escassez, pois a água não está geograficamente distribuída de maneira uniforme (TUNDISI, 2003). No Brasil, o Nordeste, principalmente nos locais que apresentam clima Semiárido, é a principal região que apresenta escassez de água devido às suas condições climáticas que sempre apresenta grandes períodos de seca, visto que uma das características naturais desse clima é a ocorrência de precipitações pluviais irregulares e mal distribuídas geograficamente (SILVA *et al.*, 2012 *apud* SOUZA *et al.*, 2012; MOURA *et al.*, 2007).

Devido a isso, Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) implementou o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) para melhorar a convivência com a seca no semiárido. O programa visa construir um milhão de cisternas de placas, coletando água de chuva para beneficiar a população rural e garantir acesso à água (ASA, 2016). No entanto, é necessário adotar outras alternativas de captação de água pluvial para enfrentar a escassez hídrica e assegurar acesso adequado à água em termos de qualidade e quantidade para a população, durante períodos chuvosos e de estiagem. Mediante esse cenário, uma das formas de se aproveitar as águas pluviais é através do sistema de drenagem superficial nas rodovias (Figura 1) que tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao deságue seguro, as águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o corpo estradal, resguardando sua segurança e estabilidade (BRASIL, 2011).

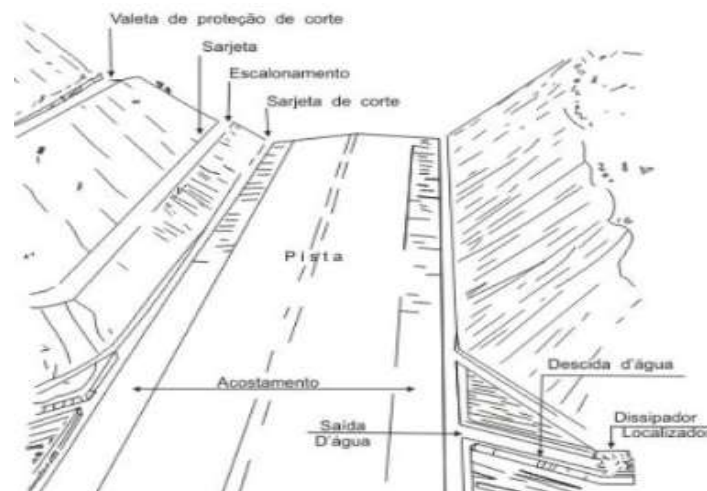
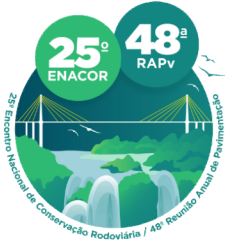


Figura 1 – Sistema de drenagem em pista simples (DNIT, 2010)

Para um sistema de drenagem superficial eficiente, utiliza-se uma série de dispositivos com objetivos específicos e vazões definidas com base em critérios de projeto. As águas provenientes das chuvas caem sobre a superfície e passam para um escoamento superficial, onde acumulam-se formando uma lâmina d'água (RIGHETTO, 1999). Porém, as águas dos sistemas de drenagem podem apresentar alta carga de poluição devido, principalmente, ao despejo inadequado de efluentes líquidos nas redes de drenagem (HENRIQUE, 2014; FREIRE, 2014). Essas águas



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



caracterizam-se por conter sedimentos, matéria orgânica e outras substâncias patogênicas e compostos químicos (BRASIL, 2005).

A parcela inicial da vazão de água que escoar numa precipitação é a responsável por carrear a maior carga de poluentes, sendo esse fenômeno denominado de “*first flush*”. Tucci (2002), afirma que os primeiros 25 mm de escoamento superficial formado pela precipitação transportam grande parte da carga poluente de origem pluvial. Segundo Ferreira (2008), o tratamento adequado dessas águas é uma alternativa sanitária que permite possibilitar o aproveitamento dessa água. Philippi *et al.* (2006), aponta que diversos fatores podem influenciar na qualidade da água da chuva, destacando-se: a localização geográfica da área de captação, presença de vegetação, de carga poluidora e a composição dos materiais que formam o sistema de captação e armazenamento.

Este trabalho visa analisar a possibilidade de coleta de água das chuvas nas descidas d’águas das rodovias proveniente do escoamento superficial e sua qualidade. Para tanto, escolheu-se uma rodovia situada entre os municípios de Barbalha e Missão Velha, no estado do Ceará, com o intuito de avaliar os potenciais para usos múltiplos pelas comunidades lindeiras à rodovia, além de avaliar a potabilidade dessa água coletada segundo a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Apresentando, assim, um potencial para ser utilizado como base para futuras pesquisas acerca da viabilidade do uso de águas proveniente do escoamento em rodovias, subsidiando as ações de aproveitamento de água da chuva para regiões atingidas pela escassez hídrica.

## METODOLOGIA

### Caracterização da área de estudo e localização dos coletores de água

Este estudo foi realizado na zona rural do município de Barbalha (Figura 2), situado na região do Cariri, interior do estado do Ceará. A região faz parte da bacia hidrográfica do rio Salgado, citando-se o rio Salamanca como a drenagem de maior relevância (CPRM, 1998). A Figura 3 mostra os dados de precipitação média mensal no ano de coleta da água no município de Barbalha-CE, de acordo com o banco de dados da FUNCEME (2020).

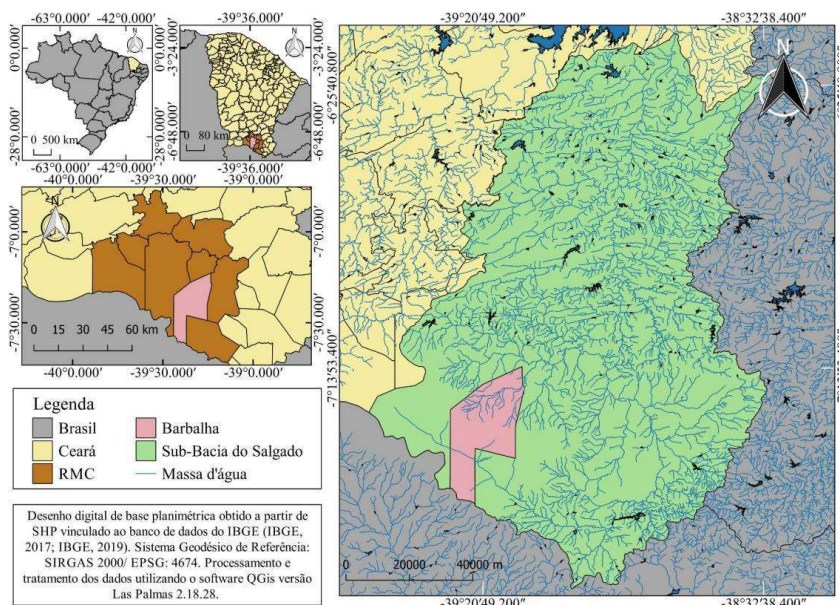
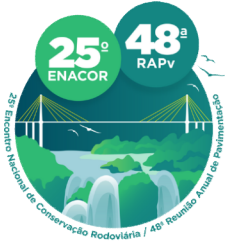


Figura 2 – Mapa da localização do município de Barbalha-CE e da Sub-bacia do Salgado (Autores, 2023).



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

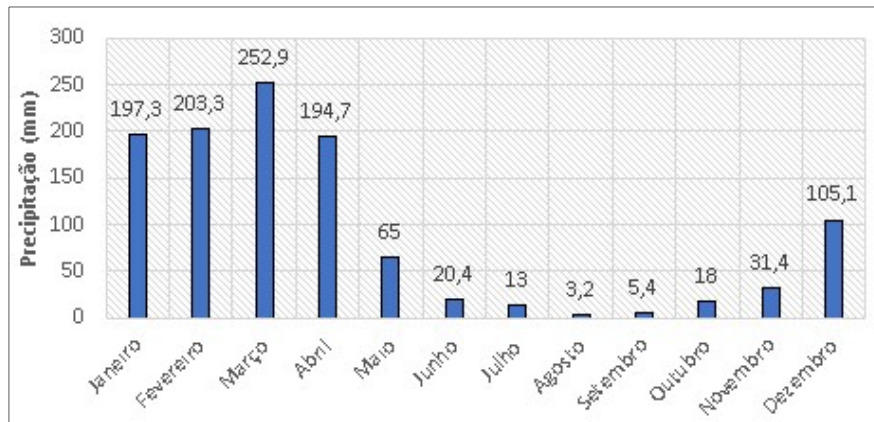


Figura 3 – Precipitação média mensal da cidade de Barbalha no ano de 2019. (Autores, 2023).

### Construção e Instalação do coletor de água de rodovias

Para a criação do coletor de água de rodovias (Figura 4), foi utilizado uma caixa organizadora translúcida de 20 L para armazenar a água, cano PVC de 25 mm, joelho de PVC 90° de 25 mm, tela de nylon para evitar a entrada de animais e insetos no interior do recipiente, torneira plástica e garrafa pet para servir de calha coletora de água.

Procurou-se um local que permitisse o acesso e que houvesse a queda d'água através do dispositivo de drenagem da rodovia. A instalação do coletor de água ocorreu na Rodovia CE – 293, no trecho Missão Velha – Barbalha, nas coordenadas 7° 18 '10.22 " S e 39° 14' 33.23" O, conforme mostra a Figura 5.



Figura 4 - Coletor de água utilizado na rodovia (Autor, 2023).

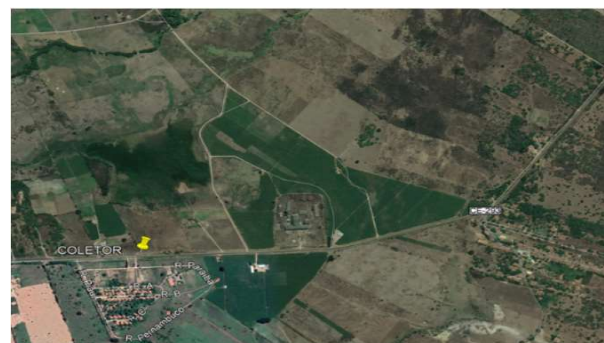
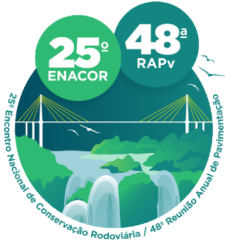


Figura 5 - Localização do coletor na CE-293 do município de Barbalha-CE (Google Earth, 2021).

### Coleta das amostras de água no coletor

Foram realizadas 8 coletas de amostras de água durante o período de abril a junho de 2019, onde a sua ocorrência estava interligada com a precipitação no município de Barbalha e Missão Velha – CE. Para as análises físico-químicas, utilizou-se garrafas plásticas de 1L. Posteriormente, o coletor de água era devidamente limpo (Figura 6) para armazenar um novo volume de água, estas foram



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



devidamente levadas ao Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária – LEAS, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus Juazeiro do Norte*.



Figura 6 - Lavagem do coletor de água de rodovia (Autores, 2023).

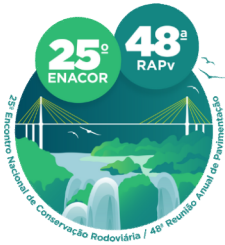
### Parâmetros analisados

No Quadro 1 destacam-se os parâmetros físico-químicos analisados, bem como o procedimento analítico utilizado na determinação de cada um (APHA et al., 2012; MACÊDO, 2005; SILVA; OLIVEIRA, 2001).

Quadro 1 - Parâmetros físico-químicos e métodos analíticos.

| Parâmetros  | Métodos Analíticos (APHA et al., 2012; MACÊDO, 2005; SILVA; OLIVEIRA, 2001) |
|---|---|
| pH  | Potenciométrico   |
| Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )  | Conduvímétrico  |
| Cor Aparente (UC)                                   | Espectrofotométrico   |
| Turbidez ( $\text{UT}$ ) <sup>5</sup>               | Turbidimétrico  |
| Salinidade (%)                                      | Refratômetro  |
| Sólidos Dissolvidos Totais ( $\text{mg}/\text{L}$ ) | Gravimétrico - Secagem a $103^{\circ}\text{C}$ - $105^{\circ}\text{C}$      |
| Dureza Total ( $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ )         | Titulométrico - Complexação com EDTA  |
| Cloretos ( $\text{mg}/\text{L}$ )                   | Titulométrico - Argentométrico  |
| Sulfato ( $\text{mg}/\text{L}$ )                    | Turbidimétrico  |
| Ferro Total ( $\text{mg}/\text{L}$ )                | Espectrofotométrico - Fenantrolina  |
| Nitrogênio Amoniacal ( $\text{mgN}/\text{L}$ )      | Espectrofotômetro molecular - Nesslerização direta                          |
| Nitrito ( $\text{mgN}/\text{L}$ )                   | Espectrofotométrico – NED   |
| Nitrato ( $\text{mgN}/\text{L}$ )                   | Espectrofotométrico – Salicilato de sódio                                   |

Fonte: Autor (2023).



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



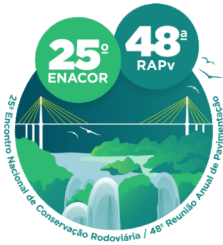
Os resultados foram organizados em um quadro e depois comparados com os valores de referência estabelecidos pela CONAMA 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e depois ainda comparados com os valores de referência estabelecidos pela Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coletor utilizado na pesquisa foi eficaz para o armazenamento da água da chuva. Porém algumas alterações podem ser feitas como acrescentar um sistema que permita o *First flush*, armazenando a primeira chuva, permitindo assim realizar uma comparação da qualidade da água coletada nos dois armazenamentos. Foi elaborado um quadro compilando os resultados obtidos em cada análise laboratorial e os valores máximos permitidos para qualidade de água de acordo com a CONAMA nº 357/2015, para águas doces de Classe 3 e com o padrão de potabilidade estabelecido na Portaria GM/MS nº 888/2021 (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água coletada na rodovia

| Parâmetros            | Data das coletas realizadas em 2019 |       |        |       |        |       |        |       | CONAMA<br>357/05<br>Classe 3 | PORTARIA<br>Nº 888/21 |
|-----------------------|-------------------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|------------------------------|-----------------------|
|                       | 03/04                               | 05/04 | 11/04  | 16/04 | 23/04  | 14/05 | 22/05  | 05/06 |                              |                       |
| pH                    | 6,48                                | 6,25  | 6,43   | 7,21  | 6,20   | 6,56  | 6,43   | 6,70  | 6,00 - 9,00                  | -                     |
| Temperatura (°C)      | 27,40                               | 30,60 | 30,55  | 35,80 | 32,50  | 29,20 | 28,70  | 29,10 | -                            | -                     |
| Condutividade (uS/cm) | 2,11                                | 1,90  | 1,74   | 2,83  | 4,96   | 9,48  | 4,95   | 5,83  | -                            | -                     |
| Turbidez (UNT)        | 9,20                                | 11,40 | 6,33   | 1,56  | 1,75   | 11,23 | 21,67  | 11,30 | 100,00                       | 5,00                  |
| Salinidade (%)        | 0,00                                | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 0,00   | 0,00  | -                            | -                     |
| Cor (uH)              | 99,00                               | 61,50 | 112,30 | 89,00 | 293,80 | 657,3 | 322,33 | 249,0 | 75,00                        | 15,00                 |
| Cloretos (mg/L)       | 6,55                                | 4,03  | 4,03   | 4,54  | 1,01   | 3,27  | 4,54   | 4,18  | 250,00                       | 250,00                |
| Amônia (mg/L como N)  | 0,73                                | 0,49  | 0,58   | 0,17  | 2,91   | 4,45  | 2,02   | 0,95  | 13,30                        | 1,2                   |
| Ferro Total (mg/L)    | 0,11                                | 0,05  | 0,25   | 0,15  | 0,28   | 0,76  | 1,17   | 0,20  | 5,00                         | 0,3                   |
| Nitrito (mg/L como N) | 0,01                                | 0,04  | 0,09   | 0,06  | 0,04   | 0,01  | 0,01   | 0,02  | 1,00                         | 1,00                  |
| Nitrato (mg/L como N) | 0,08                                | 0,09  | 0,25   | 0,22  | 0,24   | 0,97  | 0,21   | 0,39  | 10,00                        | 10,00                 |
| Sulfato (mg/L)        | 8,30                                | 9,97  | 6,74   | 6,82  | 6,56   | 7,95  | 7,19   | 4,73  | 250,00                       | 250,00                |



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR  
www.rapvenacor.com.br



|                                  |       |       |      |        |        |        |        |       |        |        |
|----------------------------------|-------|-------|------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| Dureza (mg/CaCO <sub>3</sub> /L) | 8,91  | 9,90  | 4,95 | 8,91   | 16,83  | 180,18 | 19,31  | 12,87 | -      | 300,00 |
| Sólidos Dissolvidos (mg/L)       | 63,67 | 19,00 | -    | 239,67 | 124,33 | 170,33 | 37,67  | -     | 500,00 | 500,00 |
| Sólidos Totais (mg/L)            | 19,00 | 19,00 | -    | 422,33 | 112,33 | 108,00 | 107,00 | 82,67 | -      | -      |

Fonte: Autores (2023).

**Potencial Hidrogeniônico (pH)**

Na Figura 7, pode ser observada a variação do pH nos eventos analisados. De forma geral, o valor mínimo foi de 6,2, encontrando-se na faixa ácida e o valor máximo foi de 7,21, encontrando-se na faixa básica. Um fator que pode contribuir para o aumento do pH são os períodos prolongados de estiagem. Quando comparamos os valores deste parâmetro com a legislação ambiental, podemos observar que apesar do pH ter tido um pico de 7,21, os valores encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/05.

**Turbidez**

A turbidez da água reflete o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão. Os valores de turbidez (Figura 8) variaram de 1,56 UNT a 21,67 UNT.

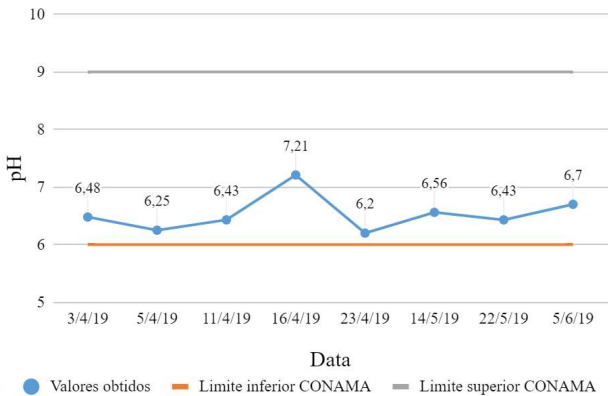


Figura 7 - Variação do pH das amostras coletadas (Autores, 2023).

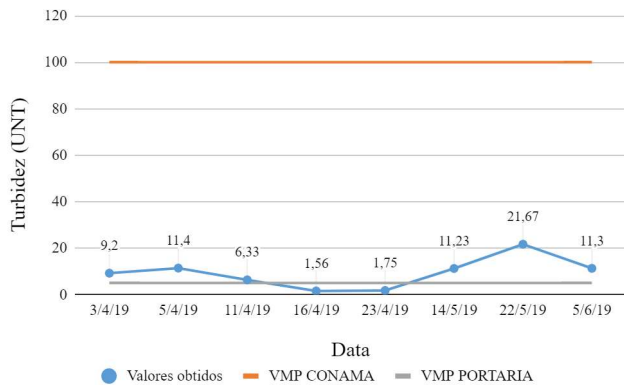
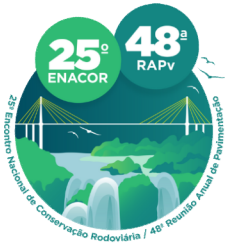


Figura 8 - Variação da Turbidez das amostras coletadas (Autores, 2023)

A turbidez registrada, apresenta-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces de classe 3, que é de 100 UNT. Porém, apenas duas das amostras analisadas apresentaram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/21 que tem como valor máximo permitido (VMP) 5 UNT e todas as outras sete encontram-se fora do padrão exigido pela legislação.

**Cor**



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



O termo cor é usado para indicar a cor “verdadeira” da água, sem turbidez. Os valores de cor (Figura 9) variaram de 61,5 Unidades de Cor a 657,33 Unidades de Cor. Apenas uma das amostras apresentou-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, que é de 75 Unidades de Cor e todas encontram-se em desconformidade de acordo com a Portaria GM/MS n° 888/21 que tem como VMP 15 Unidades de Cor.

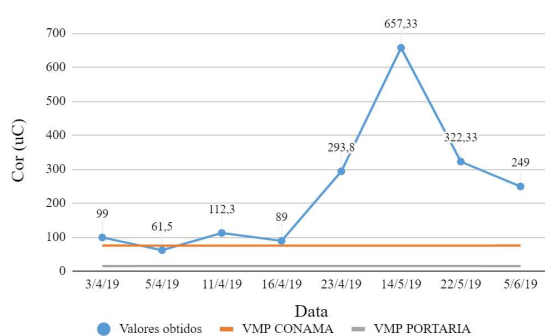


Figura 9 - Variação da Cor das amostras coletadas (Autores, 2023).

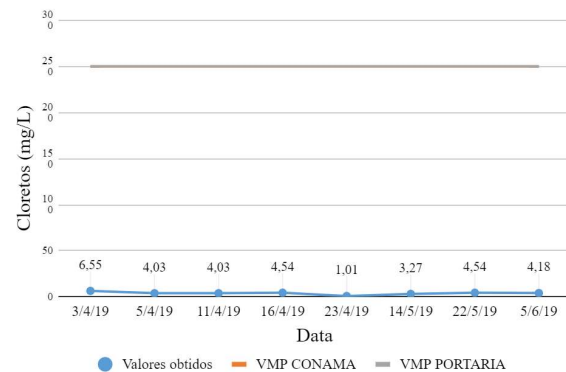


Figura 10 - Variação da concentração de Cloretos das amostras coletadas (Autores, 2023)

## Cloretos

A concentração de cloretos (Figura 10) variou de 1,01 mg/L a 6,55 mg/L. Os valores registrados apresentaram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, e pela Portaria GM/MS n° 888/21 que em ambas são de 250 mg/L.

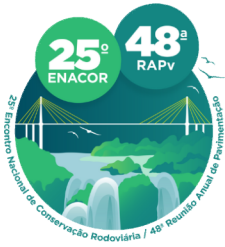
## Amônia

A amônia, ou nitrogênio amoniacal, é um indicador de entrada de efluentes no corpo de água, e em concentrações elevadas pode ser extremamente tóxica. A concentração de Amônia nas amostras coletadas apresentou uma variação entre 0,17 mg/L e 4,45 mg/L, como pode ser observado na Figura 11. Deste modo, todos os valores registrados encontram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, que é de 13,3 mg/L N, para  $\text{pH} \leq 7,5$ . Porém, três das amostras analisadas encontram-se acima do VMP estabelecido pela Portaria GM/MS n° 888/21 que é de 1,2 mg/L como N.

## Ferro

A concentração de ferro (Figura 12) variou de 0,045 mg/L a 1,17 mg/L. Deste modo, todos os valores registrados encontram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, que é de 5,0 mg/L. Apesar disso, duas das amostras analisadas encontram-se acima do VMP estabelecido pela Portaria GM/MS n° 888/21 que é de 0,3 mg/L.





19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)

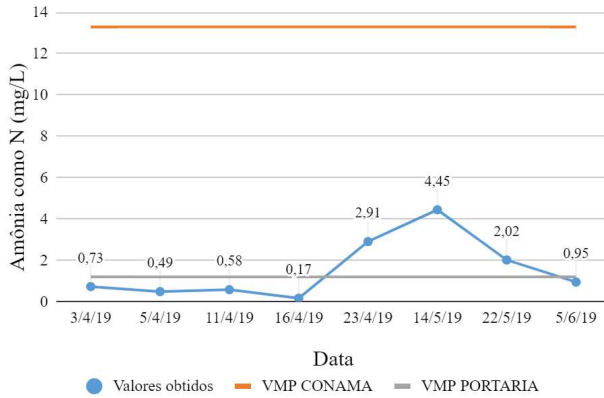


Figura 11 - Variação da concentração de Amônia das amostras coletadas (Autores, 2023).

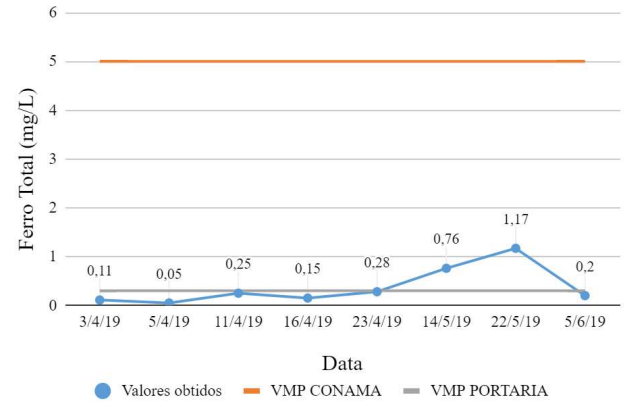


Figura 12 - Variação da concentração de Ferro das amostras coletadas (Autores, 2023).

## Nitrito

A presença do nitrito na água é um indicativo de contaminação recente, pode ser encontrado na água como produto da decomposição biológica, devido à ação de bactérias ou outros microrganismos sobre o nitrogênio amoniacal, ou ser provenientes de ativos inibidores de corrosão em instalações industriais. A concentração de nitrito (Figura 13) variou de 0,001 mg/L a 0,059 mg/L, encontrando-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, e pela Portaria GM/MS n° 888/21 que são de 1,0 mg/L.

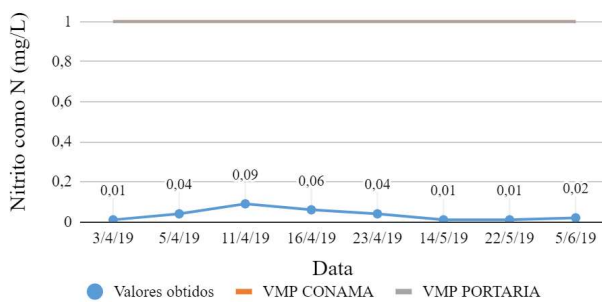


Figura 13 - Variação da concentração de Nitrito das amostras coletadas (Autores, 2023).

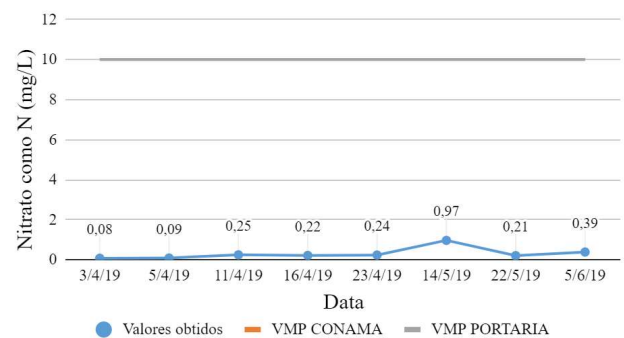
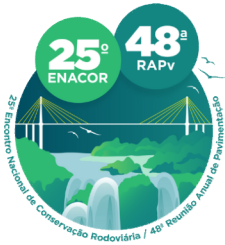


Figura 14 - Variação da concentração de Nitrito das amostras coletadas (Autores, 2023).

## Nitrato

O nitrato ocorre em quantidades pequenas em águas superficiais e pode atingir níveis elevados em águas subterrâneas, enquanto que em águas residuais, em geral, é encontrado pouco nitrato, exceção feita aos efluentes do tratamento biológico. Esse elemento é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas e, quando em elevadas concentrações, pode conduzir a um processo de eutrofização, já que é uma das principais fontes de nitrogênio para os produtores primários.

A concentração de nitrato (Figura 14) variou de 0,08 mg/L a 0,965 mg/L, encontrando-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, e pela Portaria GM/MS n° 888/21 que são de 10,0 mg/L.



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



## Sulfato

O sulfato é um mineral importante que fornece bons nutrientes para plantas e organismos aquáticos. Estes organismos absorvem o sulfato e impedem o crescimento de algas através da concentração reduzida. No entanto, o sulfato é a forma mais comumente encontrada de enxofre na água oxigenada e os sais de sulfato podem ser contaminantes prejudiciais em fontes de água.

A concentração de sulfato (Figura 15) variou de 4,73 mg/L a 9,97 mg/L, encontrando-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, e pela Portaria GM/MS n° 888/21 que são de 250 mg/L.

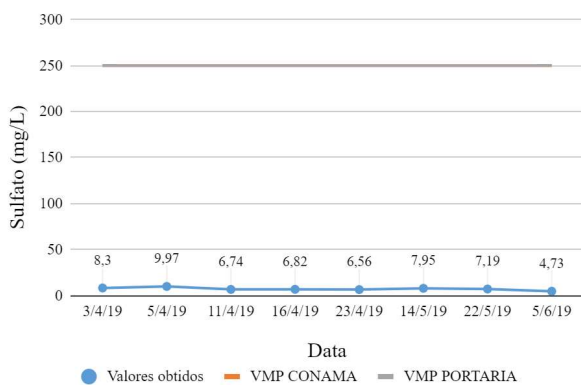


Figura 15 - Variação da concentração de Sulfato das amostras coletadas (Autores, 2023).

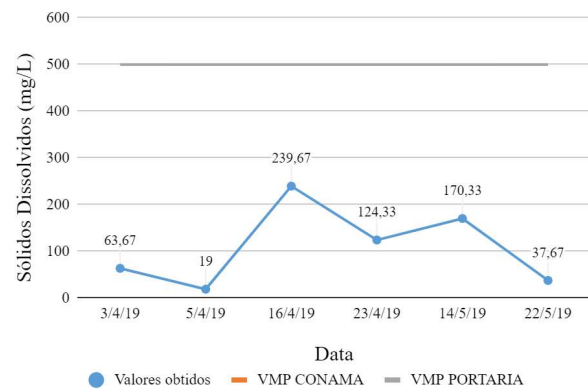


Figura 16 - Variação da concentração de Sólidos dissolvidos (Autores, 2023).

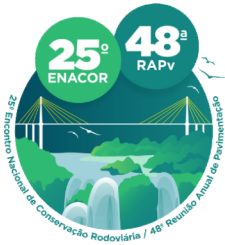
## Sólidos dissolvidos

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) correspondem ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume, resultantes principalmente da dissolução das rochas e solos, mas também contêm matéria orgânica dissolvida. Uma água com mais de 1.000 mg de STD/L pode ter gosto, acima de 2.000 mg/L, a água é na maioria dos casos demasiado salgada (sais dissolvidos) para beber. Na análise desse parâmetro a variação (Figura 16) foi de 19 mg/L a 170,333 mg/L, encontrando-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/05, para águas doces de classe 3, e pela Portaria GM/MS n° 888/21 que são de 500 mg/L.

## CONCLUSÃO

A captação da água de chuva na rodovia com o coletor criado apresentou resultados eficazes. Em relação aos resultados dos parâmetros analisados, com base nos valores de referência da Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 3, apenas o parâmetro cor apresentou não-conformidade em uma das coletas, o que já era esperado levando em conta a água coletada não passou por nenhum tratamento prévio.

Os resultados apontam um potencial para enquadramento em águas doces classe 3, para usos preponderantes como: abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, pesca amadora, recreação de contato secundário e dessedentação de animais. Para melhores resultados, se faz necessário coletas por um período mais longo, com mais pontos de coleta para uma maior representatividade de amostras, além da realização das análises dos demais parâmetros, principalmente microbiológicas e



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



orgânicas.

Como um dos usos em vista para essas águas coletadas era o abastecimento humano e estas se enquadram na classe 3 para águas doces da Resolução CONAMA 357/2005, fez-se também necessário avaliar a viabilidade para esse uso, analisando sua qualidade e potabilidade segundo a Portaria GM/MS nº 888/2021.

Tendo isso em vista, foi possível observar que em quatro parâmetros houve um resultado negativo, sendo nos parâmetros de, Turbidez, que apresentou seis das oito amostras analisadas fora do que a legislação exige, em relação à Cor, todas as amostras estão fora do exigido, em relação à Amônia três das oito amostras apresentaram valores acima do VMP e no parâmetro de Ferro Total, duas das oito amostras encontraram-se fora do que a Portaria apresenta como padrão. Sabendo disso, nota-se que a água coletada apresenta um potencial uso para abastecimento humano após tratamento convencional ou avançado. A Turbidez e a Cor podem ser removidos a partir de filtração, a Amônia por estar em baixa concentração pode ser removida com um processo de aeração ou até mesmo com um processo de adsorção através do carvão ativado, já o Ferro Total pode ser removido com um sistema simples de aeração seguido de coagulação, decantação e filtração.

Levando em conta que a água coletada não passou por nenhum tipo de tratamento prévio e por ter sido coletada em local de provável contaminação por componentes químicos e orgânicos, os resultados foram satisfatórios.

É importante destacar que essa pesquisa traz resultados relevantes, pois mostra a rodovia como uma possível alternativa de captação de água da chuva, apresentando, assim, um potencial para ser utilizado como base para futuras pesquisas, tendo em vista que pesquisas científicas nessa área de estudo são quase escassos, tornando esse trabalho um dos pioneiros.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22.ed. Washington D C. 2012.

ARTICULAÇÃO NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO - ASA. **Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido**: um milhão de cisternas. 2001 Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

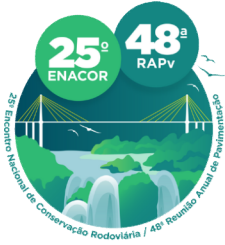
BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. **IPR-736**: álbum de projetos - tipos de dispositivos de drenagem. 4 ed. Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4 ed. Brasília: Funasa, 2013.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989**. Brasília, DF, 1997.

Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 07 mai. 2021, seção 1, ed.58, p. 127

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará**: Diagnóstico do município de Barbalha. Fortaleza, 1998. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15834/Rel\\_Barbalha.pdf?sequence=1](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15834/Rel_Barbalha.pdf?sequence=1). Acesso em: 16 de abr. 2021.



19 a 22 de Setembro de 2023  
Foz do Iguaçu - PR

[www.rapvenacor.com.br](http://www.rapvenacor.com.br)



DORNELLES, F. **Aproveitamento de água de chuva no meio urbano e seu efeito na drenagem pluvial**. 2012. 234 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

DNIT. **Manual de Implantação Básica de Rodovia**. 3 ed, Rio de Janeiro, 2010.

Disponível

[http://ipr.dnit.gov.br/manuais/manual\\_implantacao\\_basica\\_rodovia\\_publ\\_ipr\\_742.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/manuais/manual_implantacao_basica_rodovia_publ_ipr_742.pdf).

Acesso em 16 de abr. 2021

FERREIRA, L. C. de A. **Variação da qualidade da água do escoamento superficial de duas bacias de drenagem de Natal/RN – Brasil**. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010** – Cidades e Estados. IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/barbalha/panorama>. Acesso em: 16 de abr. 2021.

MACÊDO, J. A. B de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 3ª ed. – Belo Horizonte - MG, 2005.

MOREIRA, A. Á. C.; COSTA, C. T. F.; TAVARES, P. R. L.; MENDONÇA, L. A. R. **Caracterização Morfometria e Hidrológica da Bacia Hidrográfica do Rio Salamanca, Barbalha, CE**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, [s. l.], 2011. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=81&SUMARIO=1262>. Acesso em: 19 maio 2021.

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; SÁ, I. I.; LEITE, W. de M. **Água de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável**. In: 6º Simpósio de captação e manejo de água de chuva. Belo Horizonte, MG: 2007.

PHILIPPI, L.S. et al. **Aproveitamento da água de chuva**. In: GONÇALVES, R.F. (Org.). *Uso racional da água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES - PROSAB, 2006. cap. 3, p. 73-152.

PINHEIRO, M.A.; SILVA, J.M.O.; REIS, E.M. **Mapeamento das Classes de Declividade da Microbacia do Rio Salamanca-Barbalha-Ceará**. REVISTA GEONORTE, [s. l.], v. 10, p. 537-542, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/download/1757/1645/>. Acesso em: 19 maio 2021.

RIGHETTO, A. M.; **Hidrologia e Recursos Hídricos**. São Paulo: EDUSP, 1999.

SILVA, S. A.; OLIVERIA, R. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias**. Campina Grande (PB): O Autor, 2001. 266 p. ISBN 85-901943-1-0.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 7, n. 1, jan/mar, pp 5-27. 2002.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos**. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, 2003. Disponível em [http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_01/A3\\_Tundisi\\_port.PDF](http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF). Acesso em: 19 maio 2021.