

**EVALUATION OF WATER QUALITY FOR  
CONSUMPTION AND PREVALENCE OF ANTIBIOTIC-  
RESISTANT BACTERIA: A STUDY IN QUILOMBOLA  
COMMUNITIES OF GOIÁS, BRAZIL**

*AValiação da Qualidade da Água para Consumo e  
Prevalência de Bactérias Resistentes a Antibióticos: Um  
Estudo em Comunidades de Quilombola de Goiás, Brasil*

**Aline Rodrigues Gama**

Faculdades Alfredo Nasser (UNIFAN)  
[alinerodriguesgama15@gmail.com](mailto:alinerodriguesgama15@gmail.com)

**Paulo Scalize**

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
[pscalize.ufg@gmail.com](mailto:pscalize.ufg@gmail.com)

**Raylane Gomes**

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
[raylanegomes@gmail.com](mailto:raylanegomes@gmail.com)

**Aroldo Vieira de Moraes Filho**

Faculdades Alfredo Nasser (UNIFAN)  
[aroldodemoraes@gmail.com](mailto:aroldodemoraes@gmail.com)

**Monica de Oliveira Santos**

Faculdades Alfredo Nasser (UNIFAN)  
[mosbio21@gmail.com](mailto:mosbio21@gmail.com)

**Nubia Aguiar Marinho**

Faculdades Alfredo Nasser (UNIFAN)  
[nubiamarinho.enf@gmail.com](mailto:nubiamarinho.enf@gmail.com)

**Wanderleia Eleuterio Martins**

Faculdades Alfredo Nasser (UNIFAN)  
[wanderleiaemartins@gmail.com](mailto:wanderleiaemartins@gmail.com)

**Jose Daniel Gonçalves Vieira**

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
[jdgvieira62@gmail.com](mailto:jdgvieira62@gmail.com)

**Monica Santiago Barbosa**

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
[santiagosant@gmail.com](mailto:santiagosant@gmail.com)

**Arlindo Galvão Filho**

Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC)  
argfilho@gmail.com

**Luiz Artur Bataus**

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
labataus@yahoo.com.br

**Débora de Jesus Pires**

Universidade Estadual de Goiás (UEG)  
dejbo@hotmail.com

**Lilian Carla Carneiro**

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
carlacarneirililian@gmail.com

---

**Resumo:** O consumo inadequado de água representa um risco para a saúde, porque leva a um aumento na incidência de doenças infecciosas propagadas pela água. Amostras de água coletadas em torneiras foram avaliadas quanto à presença de coliformes e outras bactérias, testes fenotípicos foram realizados para identificá-los e definir seus padrões de susceptibilidade antimicrobiana. Também foram analisadas a presença de metais potencialmente tóxicos e os padrões físico-químicos estabelecidos para a água consumida pelo homem. Por meio da avaliação microbiológica foi possível observar que a quantidade de coliformes na maioria das amostras é superior à recomendada pelos órgãos que regulam os padrões de potabilidade da água. Além disso, através da análise microbiológica foi possível identificar a presença de bactérias relacionadas a doenças comuns em humanos, das quais muitas apresentavam resistência a múltiplos antibacterianos. Os resultados das análises físico-químicas e dos metais potencialmente tóxicos demonstraram que esses parâmetros estão de acordo com os padrões estabelecidos para água potável pelas instituições normativas. Assim, o presente trabalho alerta para o problema da contaminação bacteriana em água para consumo de regiões quilombolas e também para o crescente problema da transmissão de genes de resistência antimicrobiana em água.

**Palavras chave:** Coliformes. Água subterrânea. Multidroga-resistente. Físico-químico. Metais tóxicos.

---

**Abstract:** Inappropriate water consumption represents a health risk because it leads to an increase in the incidence of infectious diseases propagated by water. Samples of water collected in taps were evaluated for the presence of coliforms and other bacteria, phenotypic tests were performed to identify them and define their patterns of antimicrobial susceptibility. Were also analyzed for the presence of potentially toxic metals and for the physico-chemical standards established for human consumed water. By means of the microbiological evaluation it was possible to observe that the quantity of coliforms in the majority of the samples is superior to that recommended by the organs that regulate the water potability standards. In addition, through the microbiological analysis it was possible to identify the presence of bacteria related to common diseases in humans, of which many presented resistance to multiple antibacterial. Physico-chemical analyzes and potentially toxic metals were performed, the results demonstrated that these parameters are in agreement with the standards established for potable water by the normative institutions. Thus, the present work alerts to the problem of bacterial contamination in water for consumption of quilombola regions and also to the growing problem of the transmission of antimicrobial resistance genes in water.

**Keywords:** Coliform. Groundwater. Multidrug-resistance. Physico-chemical. Toxic metals.

## INTRODUCTION

The availability of good quality water is determinant for the socioeconomic development of a country, besides being one of the main parameters in the evaluation of the living conditions and well-being of a population (Pereira *et al.* 2010). The maintenance of the health of a population depends, among other factors, on the use of potable water, that is, free from pathogenic bacteria of water and health-damaging chemical materials (Pala *et al.* 2014).

Inadequate disposal of sewage interferes with microbiological quality, since this action may contaminate water with microorganisms present in the human intestinal microbiota, such as enterobacteria, which may be pathogenic and cause opportunistic infections (Nascimento *et al.* 2013).

In addition to diseases caused by bacteria in the water, another cause for concern is the transfer of antimicrobial resistance genes between bacteria in aquatic environments, which may make bacterial infections difficult or even impossible to treat (Laxminarayan 2013).

Some social groups suffer from the lack of good quality water, especially those that throughout history have been placed on the margins of society, as is the case of quilombola communities. Contemporary quilombolas are characterized by black Afro-Brazilian communities in situations of social vulnerability (Vieira and Monteiro, 2013).

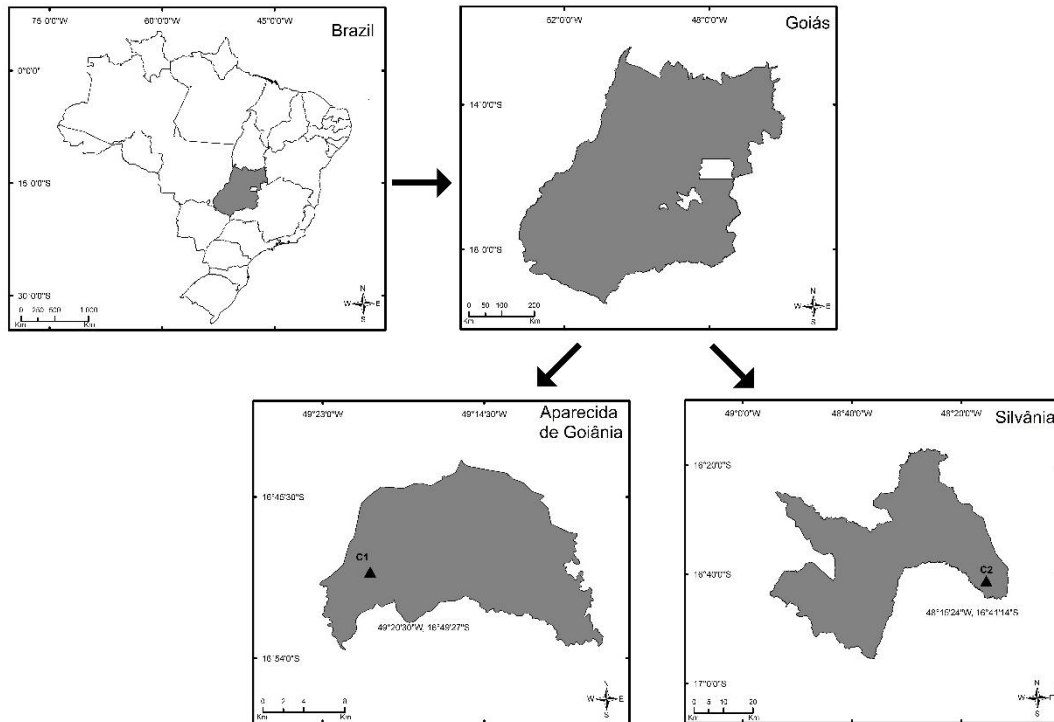
The sanitary conditions of these communities are often insufficient; many suffer from the precarious access to treated water and sanitary sewage, and also suffer from the absence of local health services leading them in the event of diseases, to seek medical care in places far from their homes (Freitas *et al.* 2011).

In this sense, the objective of this study was to evaluate the quality of water used in the daily consumption of two quilombola communities in the state of Goiás, so that the observed results contribute to the evaluation of the quality of life of the residents of these communities and thus can subsidize public policies to them.

## METHODOLOGICAL PROCEDURES

### *Collect*

In the period between May and August 2017, water was collected from artesian wells in two quilombola communities, one located in the urban area in Aparecida de Goiânia - GO (Community 1-C1) and another in the rural area in Silvânia-GO (Community 2-C2) (Fig. 1).



**Figure 1** Map of the study area developed in ArcGis 10.5 software. C1: Community in Aparecida de Goiânia, C2: Community in Silvânia.

In each community five water samples were collected in points described in Table 1, the samples were collected in duplicate, and were made directly from household taps originating from artesian wells that supply the residences. Water was collected for microbiological and physicochemical tests.

**Table 1** Description of collection points in communities 1 and 2.

| Points | C1   | C2  |
|--------|--|---|
|        | Description  | Description   |
| 1      | Faucet of a residence that receives artesian well water (tubular type) with depth between 30 to 50 meters with addition of chlorine          | Reservoir of the artesian well 1 (tubular type) with depth between 30 to 50 meters without addition of chlorine                                 |
| 2      | Faucet from a residence that receives water from shallow well (cistern type) with depth between 15 to 20 meters without addition of chlorine | Faucet from a residence that receives water from artesian well 1 (tubular type) with depth between 30 to 50 meters without addition of chlorine |
| 3      | Faucet from a residence that receives water from shallow well (cistern type) with depth between 15 to 20 meters without addition of chlorine | Faucet from a residence that receives water from artesian well 2 (tubular type) with depth between 30 to 50 meters without addition of chlorine |
| 4      | Faucet of a residence that receives artesian well water (tubular type) with depth between 30 to 50 meters with addition of chlorine          | Faucet from a residence that receives water from artesian well 3 (tubular type) with depth between 30 to 50 meters without addition of chlorine |
| 5      | Faucet of a residence that receives artesian well water (tubular type) with depth between 30 to 50 meters with addition of chlorine          | Faucet from a residence that receives water from artesian well 1 (tubular type) with depth between 30 to 50 meters without addition of chlorine |

For samples from water intended for microbiological, physico-chemical and toxic metal tests, sterile plastic bottles were used. After the samples were placed in iceboxes and transported to the Environmental Microbiology Laboratory of the Federal University of Goiás. The samples were processed in the same day of collection.

The study was evaluated by the Research Ethics Committee at Federal University of Goiás - CEP/UFG and obtained approval on April 7, 2017, under protocol number 2007054.

### Analysis of total and fecal coliforms by multiple tubes

In order to perform the quantification of total and thermotolerant coliforms in the collected samples, the multiple tube technique was used in accordance with the American Public Health Association - APHA (APHA 2012). To all tests, the tubes considered positive were those that had gas inside the Durham tube. The results were expressed as Most Likely Number (MPN) per 100 mL/sample.

### Phenotypic identification of bacteria and Antibigram

A volume of 250 mL of water, was collected and plated separately in culture media, R-2, MacConkey and Mannitol. After 48 hours of incubation at 30 °C, the colony forming units (CFU) were counted and the colonies that had different morphological characteristics were isolated. The colonies that grew were seeded on plates containing Nutrient Agar to continue the identification tests. The phenotypic identification of the bacteria was performed by subjecting the isolates to different biochemical tests, through which metabolic reactions of the microorganisms and the morphological characteristics of the colonies were verified. Based on these characteristics, the Manual of Clinical Microbiology for Infection Control of Health Services of the National Sanitary Surveillance Agency was used to identify isolated bacteria (ANVISA, 2013).

The assays performed were: Gram staining method, enzyme oxidase and catalase, SIM agar for motility testing, H<sub>2</sub>S and indole production, lysine decarboxylase tests, maltose and lactose, hemolysis and gelatinase. In all assays the materials used, such as Petri dishes, tubes, and media were properly autoclaved at 121 °C for 20 minutes. The assays were incubated at 30 °C for 18 to 24 hours.

The antimicrobial susceptibility test was performed according to the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2017) and the diffusion disc was used for most of the isolates and the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) test for some non-enterobacteria. The antibiotics used were: amikacin, amoxicillim+clavulanate, ampicillin, aztreonam, cefepime, ceftazidime, ciprofloxacin, clindamycin, chloramphenicol, erythromycin, gentamicin/tobramycin, imipenem, linezolid, norfloxacin, novobiocin, penicillin, piperacillin+tazobactam, rifampin, tetracycline, trimethoprim-sulfamethaxazole and vancomycin.

### Physical-chemical tests and Potentially Toxic Metal

All physico-chemical tests of hardness, alkalinity and nitrate concentration were performed until 72 hours after collection and followed the protocols determined by APHA (APHA, 2012). The determination of the color, turbidity and conductivity of the samples were

made using the equipment; colorimeter (Policontrol), turbidimeter (Hach) and conductivity meter (Tecnopon), respectively.

The samples were previously acidified with 0.1% nitric acid and then evaporated in a heating plate, where the initial volume of the samples was analyzed, reduced by about ten times. In the final volume of 50 mL the concentration of the following metals was determined: copper, manganese, iron and lithium. The readings were performed on an atomic absorption apparatus (AAAnalyst 400 AA Spectrometer).

### Statistical analyzes

The data were statistically analyzed using the software Statistica ® 7.0 (Statsoft). The minimum values, maximum values, means and standard deviations (basic statistics) were calculated for the data of the coliforms, of the physical-chemical test and of the metal concentrations. Pearson's correlation matrix was also calculated for this data. The significance level in this study was  $p < 0.05$ . Multivariate principal components analysis (PCA), was used to determine and interpret the variables of water quality and to measure the characteristic features of each region. The software METLAB (MATrix LABORatory) was used for PCA.

## RESULTS

### *General water quality*

The general water quality represented by coliform analysis, physical-chemical tests and metal concentration of the samples collected in C2 and C2 are summarized in Table 2. The basic statistics of these data are reunited in Table 3.

**Table 2** General water quality in the samples of water for consumption in community 1 and community 2.

| Samples                 | Parameters                   |                               |     |               |                    |                   |                      |                     |                         |                |                   |                     |                  |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|----------------|-------------------|---------------------|------------------|
|                         | TC <sup>d</sup><br>(/100 mL) | ThC <sup>d</sup><br>(/100 mL) | pH  | Color<br>(Uc) | Turbidity<br>(NTU) | Nitrate<br>(mg/L) | Alkalinity<br>(mg/L) | Toughness<br>(mg/L) | Conductivity<br>(mS/cm) | Iron<br>(mg/L) | Lithium<br>(mg/L) | Manganese<br>(mg/L) | Copper<br>(mg/L) |
| <b>C1</b>               |                              |                               |     |               |                    |                   |                      |                     |                         |                |                   |                     |                  |
| 1 <sup>a</sup> Sample1  | 0                            | 0                             | 7,7 | 0,80          | 0,16               | 0,80              | 0,60                 | 2,70                | 110,80                  | 0,011          | 0,000             | 0,000               | 0,001            |
| 1 <sup>a</sup> Sample2  | 1600                         | 1600                          | 5,0 | 2,80          | 0                  | 4,40              | 0,01                 | 0,20                | 48,50                   | 0,012          | 0,000             | 0,000               | 0,000            |
| 1 <sup>a</sup> Sample3  | 1600                         | 1600                          | 6,0 | 13,20         | 1,76               | 2,80              | 0,10                 | 0,55                | 50,90                   | 0,017          | 0,000             | 0,000               | 0,001            |
| 1 <sup>a</sup> Sample 4 | 0                            | 0                             | 7,8 | 1,30          | 0,14               | 0                 | 0,56                 | 2,35                | 112,20                  | 0,013          | 0,000             | 0,000               | 0,001            |
| 1 <sup>a</sup> Sample 5 | 0                            | 0                             | 7,9 | 1,90          | 0,17               | 0                 | 0,63                 | 2,65                | 118,80                  | 0,012          | 0,000             | 0,000               | 0,004            |
| 2 <sup>a</sup> Sample 1 | 0                            | 0                             | 7,9 | 9,90          | 0,23               | 0                 | 0,50                 | 4,45                | 112,40                  | 0,006          | 0,001             | 0,001               | 0,001            |
| 2 <sup>a</sup> Sample 2 | 1600                         | 1600                          | 5,4 | 12,60         | 1,40               | 3,80              | 0,05                 | 1,00                | 45,20                   | 0,011          | 0,001             | 0,001               | 0,001            |
| 2 <sup>a</sup> Sample 3 | 1600                         | 1600                          | 5,2 | 9,00          | 0,57               | 5,10              | 0,06                 | 1,10                | 60,30                   | 0,008          | 0,000             | 0,000               | 0,001            |
| 2 <sup>a</sup> Sample 4 | 0                            | 0                             | 7,9 | 10,40         | 0,27               | 0                 | 0,52                 | 2,10                | 109,70                  | 0,003          | 0,000             | 0,001               | 0,001            |
| 2 <sup>a</sup> Sample 5 | 0                            | 0                             | 8,0 | 10,10         | 0,52               | 0                 | 0,50                 | 2,10                | 112,20                  | 0,017          | 0,001             | 0,001               | 0,001            |
| <b>C2</b>               |                              |                               |     |               |                    |                   |                      |                     |                         |                |                   |                     |                  |
| 1 <sup>a</sup> Sample 1 | 4                            | 0                             | 7,2 | 1,60          | 0,31               | 1,40              | 0,80                 | 2,15                | 48,60                   | 0,002          | 0,001             | 0,001               | 0,001            |
| 1 <sup>a</sup> Sample 2 | 50                           | 6                             | 7,1 | 1,20          | 0,84               | 0,20              | 0,70                 | 4,00                | 138,90                  | 0,003          | 0,001             | 0,000               | 0,001            |
| 1 <sup>a</sup> Sample 3 | 27                           | 11                            | 7,6 | 2,00          | 0,17               | 0,20              | 0,67                 | 2,20                | 140,20                  | 0,004          | 0,001             | 0,000               | 0,001            |
| 1 <sup>a</sup> Sample 4 | 0                            | 0                             | 7,0 | 2,10          | 0,24               | 0,10              | 0,23                 | 1,50                | 43,00                   | 0,003          | 0,000             | 0,001               | 0,001            |
| 1 <sup>a</sup> Sample 5 | 26                           | 0                             | 7,0 | 1,30          | 0,14               | 0,10              | 0,24                 | 2,80                | 42,60                   | 0,003          | 0,000             | 0,001               | 0,007            |
| 2 <sup>a</sup> Sample 1 | 23                           | 23                            | 5,6 | 1,10          | 0,28               | 1,20              | 0,25                 | 2,60                | 47,20                   | 0,011          | 0,000             | 0,000               | 0,001            |
| 2 <sup>a</sup> Sample 2 | 1600                         | 240                           | 7,0 | 2,00          | 0,64               | 0                 | 0,85                 | 4,90                | 192,10                  | 0,012          | 0,000             | 0,001               | 0,000            |
| 2 <sup>a</sup> Sample 3 | 1600                         | 1600                          | 7,2 | 1,90          | 0,18               | 0,10              | 0,66                 | 4,95                | 157,50                  | 0,012          | 0,000             | 0,001               | 0,000            |



|                               |     |     |         |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|-----|-----|---------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>2<sup>a</sup> Sample 4</b> | 240 | 240 | 6,8     | 4,70 | 0,67 | 0,10 | 0,21 | 3,20 | 52,90 | 0,014 | 0,000 | 0,001 | 0,001 |
| <b>2<sup>a</sup> Sample 5</b> | 4   | 23  | 6,7     | 3,50 | 0,93 | 0    | 0,30 | 3,35 | 62,50 | 0,011 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| <b>MAV<sup>b</sup></b>        | 0   | 0   | 6,0-9,5 | 15   | 5    | 10   | -    | 500  | -     | 0,300 | 2,500 | 0,100 | 2,000 |

<sup>a</sup> Table based on Practical Handbook of Water Analysis (2013).

<sup>b</sup> MAV: Maximum Allowed Value based in MS, Ordinance 2914 number, 2011 and Conama Resolution.

<sup>c</sup> 1<sup>a</sup>: first collection; 2<sup>a</sup>: second collection

<sup>d</sup> TC: Total Coliforms; ThC: Thermotolerant coliforms

**Table 3** Basic statistics for parameters of the general water quality.

| Parameters       | C1    |       |               | C2    |       |                |
|------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|----------------|
|                  | Min   | Max   | Mean ± SD     | Min   | Max   | Mean ± SD      |
| TC <sup>a</sup>  | 0     | 1600  | 640 ± 826,23  | 0     | 1600  | 357,4 ± 658,67 |
| ThC <sup>a</sup> | 0     | 1600  | 640 ± 826,23  | 0     | 1600  | 214,3 ± 496,33 |
| pH               | 5,0   | 8,0   | 6,88 ± 1,3    | 5,6   | 7,6   | 6,9 ± 0,52     |
| Color            | 0,8   | 13,2  | 7,2 ± 4,91    | 1,1   | 4,7   | 2,14 ± 1,12    |
| Turbidity        | 0,14  | 1,76  | 0,6 ± 0,56    | 0,14  | 0,93  | 0,44 ± 0,30    |
| Nitrate          | 0     | 5,1   | 1,6 ± 2,15    | 0     | 1,4   | 0,34 ± 0,51    |
| Alkalinity       | 0,01  | 0,63  | 0,35 ± 0,26   | 0,21  | 0,85  | 0,49 ± 0,26    |
| Toughness        | 0,2   | 4,45  | 1,92 ± 1,25   | 1,5   | 4,95  | 3,16 ± 1,16    |
| Conductivity     | 45,2  | 118,8 | 88,1 ± 32,04  | 42,6  | 192,1 | 92,55 ± 57,69  |
| Iron             | 0,003 | 0,017 | 0,011 ± 0,004 | 0,002 | 0,014 | 0,007 ± 0,004  |
| Lithium          | 0,000 | 0,001 | 0,000 ± 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 ± 0,000  |
| Manganese        | 0,000 | 0,001 | 0,000 ± 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 ± 0,000  |
| Copper           | 0,000 | 0,004 | 0,001 ± 0,001 | 0,000 | 0,007 | 0,001 ± 0,002  |

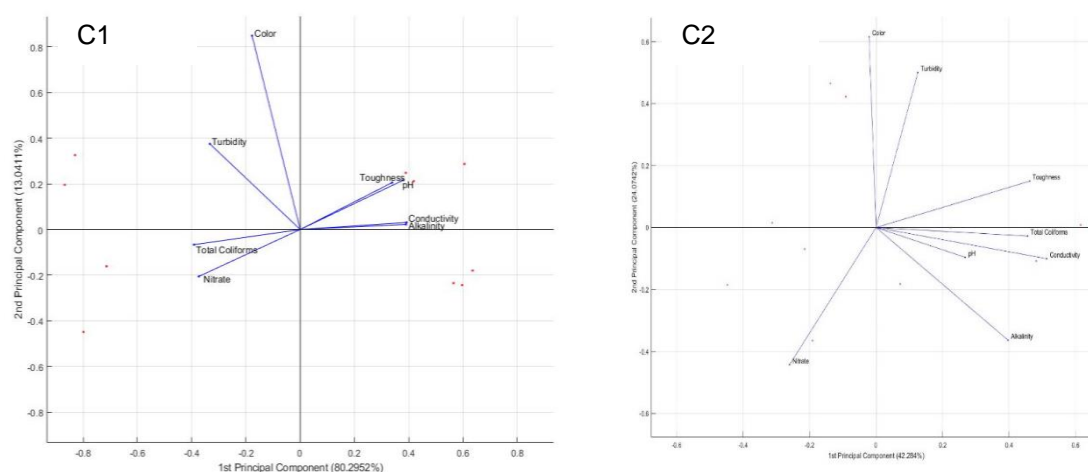
The water used by the quilombola communities under study is not within potability standards, since most of the analyzed samples had total and thermotolerant coliforms in 100 mL of water sample.

In relation to the physical-chemical parameters it is observed that the pH is the only parameter analyzed that is not in accordance with the organoleptic standards of potability established by Administrative Rule 2914 / 2011 of the Ministry of Health, being this one of the most frequent determinations of water quality is pH measurement. Samples 2 and 3 from C1 presented pH lower than or equal to 6.0 and a sample 1 of the second collection from C2 had pH equal to 5.6.

The results of the analysis of potentially toxic metals for the water samples collected from artesian wells indicate that the values found are below the MAV recommended by the CONAMA Resolution (CONAMA 1986).

## Correlation between parameters for Principal component analysis and Pearson's correlation

The main components analysis (PCA) provided a clear visualization of the correlations between water quality parameters (Coliforms and physicochemicals) (Fig. 2).



**Figure 2** Principal components analysis (PCA) to project general water quality (except metal concentration) in Quilombola communities of Goiás.

In PCA when two variables are far from the center and close to each other indicates that these variables are positively correlated. On the other hand, if the variables are perpendicular, they are not correlated. Thus, in C1, there was a strong correlation between: nitrate, toughness, pH, conductivity and alkalinity and weak correlation between: total coliforms, turbidity and color. In C2 there was a strong correlation between: toughness, total coliforms, conductivity and pH; and between turbidity and color.

## Phenotypic identification of bacteria and Antibiogram

Samples from the first collection in C1, showed contamination by nine different bacterial species in a total of 16 isolates, being *Klebsiella pneumoniae* (4), *Escherichia coli* (3), *Aeromonas* spp. (2), *Acinetobacter baumannii* (2), *Acinetobacter haemolyticus* (1), *Serratia* spp. (1), *Pantoea agglomerans* (1), *Citrobacter freundii* (1), *Enterobacter aerogenes*

(1). In the second collection, were obtained 17 isolated: *Bacillus* spp. (1), *Staphylococcus auricularis* (1), *Corynebacterium afermentans* (2), *Acinetobacter lwoffii* (2), *Arcanobacterium* spp. (1), *Acinetobacter haemolyticus* (1), *Klebsiella pneumoniae* (1), *Hafnia alvei* (1), *Providencia* spp. (1), *Salmonella choleraesuis* (1), *Sphingomonas* spp. (2), *Acinetobacter baumannii* (1), *Enterobacter cloacae* (1), *Escherichia coli* (1).

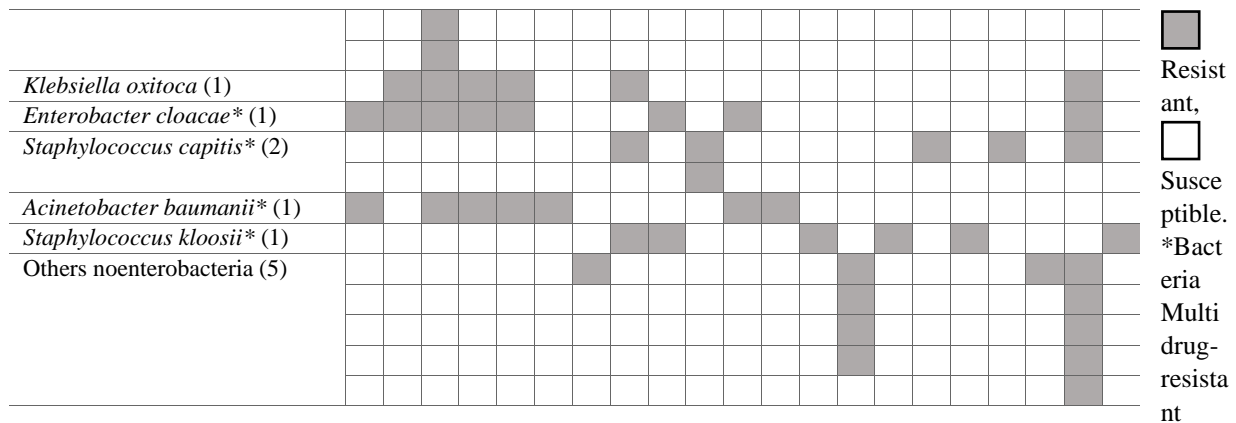
Water samples collected in the C2 presented 32 isolates in the first collection, being: *Staphylococcus auricularis* (8), *Staphylococcus capitis* (1), *Enterobacter aerogenes* (3), *Acinetobacter lwoffii* (9), *Streptococcus* spp. (1), *Micrococcus* spp. (1), *Stomatococcus* spp. (1), *Arcanobacterium* spp. (2), *Corynebacterium xerosis* (1), *Bacillus* spp. (1), *Pantoea agglomerans* (2), *Hafnia alveia* (1), *Serratia* spp. (1). In the second collection were isolated 40 bacteria, being: *Acinetobacter haemolyticus* (2), *Corynebacterium afermentans* (1), *Acinetobacter lwoffii* (9), *Serratia marcescens* (4), *Aeromonas* spp. (3), *Hafnia alvei* (3), *Klebsiella pneumoniae* (2), *Plesiomonas* spp. (3), *Corynebacterium propinquum* (1), *Enterobacter aerogenes* (1), *Klebsiella oxitoca* (1), *Enterobacter cloacae* (1), *Arcanobacterium* spp. (1), *Staphylococcus capitis* (2), *Acinetobacter baumannii* (1), *Chryseobacterium indologenes* (1), *Staphylococcus kloosii* (1), *Listeria* spp. (1), *Bacillus* spp. (1), *Sphingomonas* spp. (1).

The profile of antibacterial resistance and susceptibility can be observed in Table 4. Bacteria multidrug-resistant (MDR) are highlighted in the table. The greatest number of resistances were observed in the drug class Penicilin and  $\beta$ -lactam, being 52.6 % (50/95) and 22.1% (21/95), respectively.

| Species (n° isolates)                  | A | A | A | A | C | C | C | C | C | E | G | I | L | N | N | P | P | R | T | S | V |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | M | M | M | T | E | A | I | L | H | R | E | M | N | O | O | E | P | I | E | X | A |
|  | K | C | P | M | P | Z | P | I | L | Y | N | P | Z | R | V | N | T | F | T | T | N |
| <b>C1</b>                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Acinetobacter haemolyticus*</i> (2) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Serratia spp.*</i> (1)              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Pantoea agglomerans</i> (1)         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Citrobacter freundii</i> (1)        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Enterobacter aerogenes</i> (1)      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Aeromonas spp.</i> (2)              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Acinetobacter baumannii</i> (3)     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Escherichia coli</i> *(4)           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i> (5)       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Staphylococcus auricularis*</i> (1) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Acinetobacter lwoffii*</i> (2)      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Hafnia alvei</i> (1)                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Salmonella choleraesuis*</i> (1)    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <i>Enterobacter cloacae</i> (1)        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Others noenterobacteria (2)            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Table 4**  
Anti microbial resistance profiles in bacteria isolates.





(MDR)

AMK amikacin, AMC amoxicillin+clavulanate, AMP ampicillin, ATM aztreonam, CEP cefepime, CAZ ceftazidime, CIP ciprofloxacin, CLIN clindamycin, CHL chloramphenicol, ERY erythromycin, GEN gentamicin, IMP imipenem, LIN linezolid, NOR norfloxacin, NOV novobiocin, PEN penicillin, PPT piperacillin+tazobactam, RIF rifampin, TET tetracycline, SXT trimethoprim-sulfamethaxazole and VAN vancomycin.

## DISCUSSION

The presence of total and thermotolerant coliforms suggests contamination by human faeces or warm-blooded animals. The Brazilian legislation that establishes parameters for the water potability for human consumption, recommends that it should be absent from total coliforms and *Escherichia coli* in 100 mL of water, which is the main bacterium indicative of fecal contamination (MS, 2011).

Here the majority of the samples show a quantity of coliforms superior to the one recommended by the legislation. A similar result was observed by Colvara *et al.* (2009), where found 100% water contamination from samples collected in artesian wells, from five cities in the southern region of Rio Grande do Sul (Brazil) was observed. The high contamination rates (1600/100 mL) for total coliforms and thermotolerant well water reveal the risk situation found in most of the underground watersheds. Several factors are responsible for the contamination of well water, among them there is the lack of maintenance of the reservoir, inadequate location of artesian wells, and the lack of adequate treatment of the sewage near the wells (Colvara *et al.* 2009). All these factors may be causing interference in the water quality used in the quilombola communities under study.

Some samples (C1: 2 and 3; C2: 1), in this study, presented pH acid ( $\leq 6$ ). The pH value recommended by the Ordinance should be between 6.5 and 9.5, values below 7.0 indicate that the medium is acidic, which can be an aggravating factor in the conservation of the materials constituting the pipes, reducing the useful life (Freitas *et al.* 2001).

The presence of metals as copper, iron, manganese and lithium in drinking water, can cause health damage by reducing the body's energy levels thus damaging the brain, lungs, kidneys, liver, blood composition and other organs (Gomes *et al.* 2017). For this reason, the study of these metals has been prioritized to the detriment of other chemical contaminants. The absence of high concentrations of metals in the analyzed water, indicates that these sources of water are free from the main forms of contamination by metals such as industrial effluents containing potentially toxic metals, black ditches, and large quantities of cesspits in the region and the geochemical nature of the only (Freitas *et al.* 2001).

The parameters hardness, pH, conductivity and alkalinity demonstrate a strong correlation because all are influenced by the same factor: the concentration of positive ions (anions) and negative ions (cations) in water (MS, 2011). Turbidity is understood to be a measure of the degree of interference the passage of light through a liquid, this interference is due to the presence of suspended material; such fact justifies the positive correlation between turbidity and color. In addition, the turbidity makes the disinfectants unfeasible; therefore, water with a high degree of turbidity can be associated with the presence of microorganisms (MS 2017).

Among the bacteria isolated in this study are the genera: *E. coli*, *Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp. and *Klebsiella* spp., that are genera belong to family Enterobacteriaceae. Enterobacteria are often related to enteric diseases manifested by diarrhea, leading to a large number of deaths in developing countries. Contamination by Enterobacteria occurs mainly by ingestion of contaminated food and water (Bublitz *et al.* 2014). The presence of these bacteria in water indicates contamination by human fecal material or other animals, in addition to indicating the presence of pathogenic organisms. Inadequate sewage disposal, septic leaching, wildlife population or inappropriate disposals of human and animal waste are the main sources of coliform contamination (An 2002).

The genus *Acinetobacter* spp., also isolated in this study, is commonly isolated in the hospital environment. Bacteria of this genus are closely related to infections in humans and



this has aroused great public health concern due to the resistance of these bacteria to various antibiotics (Kulkarni *et al.* 2017). *E. coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. and *Serratia* spp., as well as gram-positive bacteria such as *Enterococcus* spp. and *Staphylococcus* spp. are associated with infections of the urinary tract that may present asymptotically or cause severe sepsis (Kashef *et al.* 2010).

Many of the isolates in this study, showed to be MDR (Table 4), this characteristic being defined by the non-susceptibility to at least one agent in three or more antimicrobial categories (Basak *et al.* 2016). MDR bacteria are a world-wide problem, millions of people annually develop infections by these organisms and therefore are more prone to treatment failure, prolonged hospitalization, intensive care unit (ICU) stay, invasive procedures and death (Sanchez and Gustot, 2019).

Resistance of bacteria to antimicrobials has impaired the efficacy of these drugs. Resistant bacteria lead to infections that trigger higher morbidity, mortality, and higher treatment costs than those caused by susceptible bacteria of the same species (Alos 2015).

Phylogenetically different bacteria that live in the environment are able to use antibiotics as the only source of carbon (Dantas *et al.* 2008), these environmental bacteria that subsist on antibiotics are reservoirs of resistance genes of bacteria that colonize and infect humans. Mechanisms such as mutation, DNA recombination, gene transfer, have been used by bacteria to become able to survive even in environments loaded with antibiotics. Deciphering these bacterial mechanisms may be the key to making the present antibiotics more efficient in the future (Nesme 2014).

Gomes *et al.* (2017), observed a pattern of multiresistance in bacteria isolated from rivers, in the State of Goiás, Brazil. Holvoet *et al.* (2013), isolated 473 *E. coli* colonies from lettuce, irrigation water and soil samples and observed antimicrobial resistance in 11.4% of the isolates for one or more antimicrobial agents, these results suggest that the plants and the environment in which are produced can act as an antimicrobial resistance vector reservoir.

## CONCLUSION

The results for the bacteriological parameters observed in this study are outside the standards recommended by the Ministry of Health for water for human consumption. The

bacteriological quality of the water observed indicates that the consuming population may be exposed to waterborne diseases, since most of the bacterial isolates are potentially causing diseases in humans.

The antimicrobial resistance patterns observed suggest that water has been a vehicle for the dissemination of resistance genes and that it is therefore necessary to observe this problem worldwide.

There were no significant values in the physical-chemical tests and of potentially toxic metals, leading us to deduce that there is no anthropological contamination that causes changes in these parameters.

Through the results observed in this study, is important that the responsible governmental entities, direct attention to the population that compose the quilombola communities, proposing to them public policies that will provide a better quality of life, with respect to the water supply within the parameters of consumption to these communities.

### **Funding**

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

**Conflict of Interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Acknowledgements:** To CAPES, by scholarship.

### **References**

AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, Brazil, 2013. <http://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/publicacoes/item/deteccao-e-identificacao-de-bacterias-de-importancia-medica> of subordinate document. Accessed Jan, 2018.

ALÓS JI. 2015. **Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global Antibiotic resistanc.** *Infec Microbiol Clin* 33:692-699. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213005X14003413> Accessed Fev, 2018.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, et al, 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 22<sup>th</sup> ed. American Public Health Association.

AN YJ, KAMPBELL DH, BREIDENBACH GP. 2002. **Escherichia coli and total coliforms in water and sediments at lake marinas.** *Environ Pollut.* 120.3 (2002): 771-778. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749102001732>. Accessse Fev, 2018.

- BASAK S, SINGH P, RAJURKAR M. 2016. **Multidrug resistant and extensively drug resistant bacteria: A study.** *J Pathog*, 5 pages. <https://www.hindawi.com/journals/jpath/2016/4065603/abs/>. Accessed Jan, 2018.
- BUBLITZ DAC, WRIGHT PC, BODAGER JR, RASAMBAINARIVO FT, BLISKA JB, GILLESPIE TR. 2014. **Epidemiology of Pathogenic Enterobacteria in Humans, Livestock, and Peridomestic Rodents in Rural Madagascar.** *Plos One* 9(7):e101456. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0101456>. Accessed March, 2018.
- CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE, 2017. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing ed. CLSI supplement M100S.** Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 27<sup>th</sup> ed., 1-256.
- COLVARA JG, LIMA AS, SILVA WP. 2009. **Evaluation of groundwater contamination in artesian wells in the south of the Rio Grande do Sul.** *Braz J Food Technol II SSA*.
- DANTAS G, SOMMER MO, OLUWASEGUN RD, CHURCH GM. 2008. **Bacteria subsisting on antibiotics.** *Sci* 320:100-10. <https://science.sciencemag.org/content/320/5872/100>. Accessed Jan, 2018.
- FREITAS DA, CABALLERO AD, MARQUES AS, HERNÁNDEZ CIV, ANTUNES SLNO. 2011. **Saúde e comunidades quilombolas: uma revisão da literatura.** *Rev CEFAC*. 13. <http://www.scielo.br/pdf/rcefac/2011nahead/151-10.pdf>. Accessed Jan, 2018.
- FREITAS MB, BRILHANTE OM, ALMEIDA LM. 2001. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio.** *Cad Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 117(3), 651-660. <https://www.scielo.org/article/csp/2001.v17n3/651-660/>. Accessed Fev, 2018.
- GOMES RP, RODRIGUES AA, PINCERATI MR, BARBOSA MS, BRAGA CASB, VIEIRA JDG, CARNEIRO LC. 2017. **Assessment of the bacteriological quality of the raw water and the antimicrobial susceptibility profile of bacteria isolated in water surface of a river.** *Int J Microbiol Res* 9:949-953.
- HOLVOET K, SAMPERS I, CALLENS B, DEWULF J, UYTTENDAELEA M. 2013. **Moderate Prevalence of Antimicrobial Resistance in Escherichia coli Isolates from Lettuce, Irrigation Water, and Soil.** *Appl Environ Microbiol* 79:6677–6683. <https://aem.asm.org/content/79/21/6677.short>. Accessed Jan, 2018.
- KASHEF N, DJAVID GE, SHAHBAZI S. 2010. **Antimicrobial susceptibility patterns of community-acquired uropathogens in Tehran.** *Iran J Infect Dev Ctries* 4:202-206. <https://jids.org/index.php/journal/article/view/540>. Accessed Fev, 2018.
- KULKARNI SS, MADALGI R, AJANTHA GS, KULKAMI RD. 2017. **Identification of genus Acinetobacter: Standardization of in-house PCR and its comparison with conventional phenotypic methods.** *J Lab Physicians* 9(4):279-282. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5607758/>. Accessed Fev, 2018.

LAXMINARAYAN R *et al.* 2013. **Antibiotic resistance: The need for global solutions.** Lancet Infect Dis 13:1057-1098.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011. Portaria Nº 2.914, 12 Dec 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da União. 14 Dec 2011, Seção 1, 39. [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Accessed Jan, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Available in: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html). Accessed Nov, 2018.

NASCIMENTO VFS, ARAÚJO MFF, NASCIMENTO ED, SODRÉ-NETO L. 2013. **Epidemiology of waterborne diarrheal diseases in a Brazilian semiarid region.** ConScientiae Saúde 12:353-361. <https://search.proquest.com/info/openurldocerror;jsessionid=3BC437DDF140D1DBDBCDC738945636A6.i-088b8f709acdd58b2>. Accessed Apr, 2018.

NESME J, CECILLON S, DELMONT TO, MONIER JM, VOGEL TM, SIMONET P. 2014. **Large-scale metagenomic-based study of antibiotic resistance in the environment.** Curr Biol 24:1096-1100. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982214003285>. Accessed Apr, 2018.

PALA A, HE Y, JEKEL M, REINHARD M, GIN KYH. 2014. **Emerging contaminants of public health significance as water quality indicator compounds in the urban water cycle.** Environ Int 71: 46-62. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412014001767>. Accessed Feb, 2018.

PEREIRA SFP, COSTA AC, CARDOSO ESC, CORRÊA MSS, ALVES DTV, MIRANDA RG, OLIVEIRA GRF. 2010. **Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará.** Rev Eest Amb 12: 50-62. <https://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/1783>. Accessed Feb, 2018.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 020/1986 - **Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.** Date of legislation: 18/06/1986 - Publication DOU, de 30/07/1986, pgs. 11356-11361 Status: Changed by Resolution nº 274, de 2000. Repealed by Resolution nº 357, de 2005. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=43>. Accessed Feb, 2018.

SANCHEZ LO, GUSTOT T. 2019. **Multidrug-Resistant Bacterial Infection in Patients with Cirrhosis. A Review.** Curr Hepatol Rep 1-8. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11901-019-00447-3>. Accessed Mar, 2019.

VIEIRA ABD, MONTEIRO PS. 2013. **Quilombola community: analysis of the persistent problem in health attention under the focus of the Intervention Bioethics.** Saúde em Debate 37(99):610-618. [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-11042013000400008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-11042013000400008&script=sci_arttext). Accessed Feb, 2018.

## **SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES**

### **Aline Rodrigues Gama**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Goiás (2013). Obteve seu Mestrado (2016) e atualmente realiza seu Doutorado no Programa de Pós-graduação em Biologia da Relação Parasito-Hospedeiro com concentração em Microbiologia pelo Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás, trabalhando com biologia molecular de microrganismos. Atua como professora de Microbiologia, Parasitologia e Biossegurança nos cursos de Biomedicina, Farmácia, Fisioterapia e Enfermagem da Faculdade Alfredo Nasser.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7601719790893656>

### **Paulo Scalize**

Graduado em Ciências Biológicas Modalidade Médica e Bioquímica Médica Análise Físico Químicas e Microbiológicas (1991) e em Engenharia Civil (2004), mestrado e doutorado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), 1997 e 2003, respectivamente. Foi funcionário do Departamento Autônomo de Água e Esgotos de Araraquara durante 16 anos, ocupando cargos nas áreas de tratamento de água e esgoto, ambiental e perdas de água. Atualmente é Professor Associado na Universidade Federal de Goiás no campus de Goiânia, atuando na Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Professor do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária (PPGEAS/UFG) e do programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (CIAMB). Tem experiência na área de Ciências Ambientais e Engenharia Sanitária, atuando principalmente nos seguintes temas: estação de tratamento de água, qualidade da água, tratabilidade e disposição final lodo de ETA, clarificação, estação de tratamento de esgotos, Laboratório de análise físico-química e microbiológica, gestão de controle de perdas, sub-medição de hidrômetros, planejamento. Coordenador da Exposição de Experiências Municipais em Saneamento desde 2009.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/0957896448117207>

### **Raylane Gomes**

Bacharelada em Biotecnologia pelo Instituto Tropical de Patologia e Saúde Pública (IPTSP) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestre e atualmente doutoranda em Biologia da Relação Parasito-Hospedeiro também pelo IPTSP da UFG, com área concentra em microbiologia, biotecnologia e biologia molecular. Professora substituta do IPTSP da UFG, pelo Departamento de Biociências e Tecnologia - área de microbiologia - Bacteriologia.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/2598729060609971>

### **Aroldo Filho**

Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás - Unidade Universitária de Morrinhos. Especialista em Tecnologias aplicadas ao Ensino de Biologia (ETAEB), Mestre em Biologia - área de concentração Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Doutor em Ciências Biológicas - área de concentração: Genética e Bioquímica pela UFG. Atualmente realiza estágio de Pós-Doutoramento pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da UFG e cursa MBA em Gestão Educacional pela Faculdade Alfredo Nasser. Na Faculdade Alfredo Nasser (UNIFAN) ministra aulas das disciplinas de Bioquímica, Biologia Molecular e Biotecnologia para os cursos de Biomedicina, Enfermagem, Farmácia e Fisioterapia, coordena a Pós-Graduação Lato Sensu em Ciências Forenses e a Pós-Graduação Lato Sensu em Docência em Ciências da Saúde e atua como assessor do Diretor Acadêmico. É membro titular como representante pesquisador, da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UNIFAN), professor de várias Pós-Graduações Lato Sensu e do MBA em Ciências da Educação. Tem experiência na área de Genética Toxicológica, Ensino de Genética e Saúde Coletiva, atuando principalmente nos seguintes temas: antirretrovirais, AIDS, genotoxicidade, mutagenicidade, sexualidade humana e sexualidade na adolescência. É avaliador de cursos do Ministério da Educação (MEC).

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/0642159645249357>

#### **Monica de Oliveira Santos**

Formada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) em 1998. Obteve o mestrado em Bioquímica e Biologia Molecular pelo Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás (UFG) em 2002 e o doutorado em Patologia Molecular pela Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília (UnB) em 2007. Atuou no ensino de jovens e adultos nas disciplinas de Ciências e Biologia como professora efetiva na prefeitura de Goiânia e Estado de Goiás, no período de 1999 a 2003. Atualmente é aluna de Especialização em Microbiologia e Análises Clínicas pelo Instituto Prominas/ Faculdade Cândido Mendes-RJ e de Pós-doutorado no Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública/IPTSP (UFG), onde desenvolve o projetos na Avaliação da qualidade de vida de duas comunidades quilombolas em relação a saúde dos adultos e Análise genética de Microrganismos Resistentes a Antimicrobianos. Sócia fundadora da Sociedade Brasileira de Ciências aplicadas à Saúde (SBCSaúde) onde exerce o cargo de Diretora científica. É Coordenadora editorial das Revistas científicas "Saúde & Ciência em Ação" ISSN: 2447-9330 e "Applied Health Sciences" ISSN: 2595-8046. Possui experiência em Técnicas e Análise de Biomoléculas e Antígenos; Bioinformática; Gestão; Produção e Análise de Projetos Científicos; Micologia e Microbiologia; Genética e Bioquímica de fungos.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/2413034112726774>

#### **Núbia Aguiar Marinho**

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Goiás - UFG. Pós-Graduada em Unidade de Terapia Intensiva, no Centro de Estudos de Enfermagem e Nutrição C.E.E.N da Pontifícia Universidade Católica- PUC/GO. Graduada em Enfermagem e Obstetrícia pela Universidade de Brasília - UNB. Leciona nos cursos de Pós-Graduação em Saúde Estética Interdisciplinar na Incursos, Impos e Instituto Health. Também leciona nos cursos da Graduação em Enfermagem e Medicina pela Faculdade Alfredo Nasser- UNIFAN. Lecionei de 2008 a 2014 em cursos técnicos na área da saúde. Supervisionei estágios nas áreas de Fundamentos de Enfermagem, Clínica Médica, Clínica Cirúrgica, Urgência e Emergência, Saúde Mental, Obstetrícia, Geriatria, Saúde Coletiva, Doenças Transmissíveis e Administração de Enfermagem.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/9491434272809138>

#### **Wanderleia Eleuterio Martins**

Possui graduação em farmácia e bioquímica pelo instituto unificado de ensino superior objetivo (1997) e graduação em ciências biológicas modalidade médica- biomedicina pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (1992), especialização em vigilância sanitária e avaliação de serviços de saúde e Docência em ensino a distância. Mestranda pelo programa ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás. Atualmente é professor assistente - Faculdades Alfredo Nasser Tem experiência na área de Fisiologia, com ênfase em Fisiologia, atuando principalmente no seguinte tema: antimicrobianos e líquidos corporais.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/1320057443887147>

#### **Jose Daniel Gonçalves Vieira**

Possui graduação em Farmácia-Bioquímica pela Universidade Federal de Ouro Preto (1986), mestrado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1990) e doutorado em Ciências Biológicas (Microbiologia) pela Universidade de São Paulo (1999). Atualmente é Professor Associado IV da Universidade Federal de Goiás. Tem experiência na área de Microbiologia, com ênfase em Microbiologia Ambiental e ecologia de microrganismos atuando em processo de biorremediação, diversidade microbiana em diferentes biomas brasileiros. Isolamento de actinomicetos e determinação da sua atividade antimicrobiana, antitumoral e produção de enzimas. Produção de bioetanol, biodiesel, butanol e propanol, utilização biotecnológica de co-produtos da indústria de biodiesel produção de biosurfactantes e biofloculantes. Microrganismos endofíticos.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/1742731776579730>

**Mônica Santiago Barbosa**

Graduada em Biomedicina pela Universidade Federal de Goiás. Mestrado em Biologia pela Universidade Federal de Goiás. Doutorado em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biologia da Universidade de Brasília (UnB), com ênfase em Biotecnologia de microrganismo. Durante seu doutoramento realizou pesquisa de antígenos visando diagnóstico e produção de vacinas recombinantes, com vários artigos publicados em revista de impacto internacional. Atualmente desenvolve projetos utilizando ferramentas da biotecnologia no estudo da bactéria patogênica humana *Helicobacter pylori*, com artigos publicados em revistas científicas e trabalhos apresentados em congressos nacionais e internacionais, atuando principalmente nos seguintes temas: Antígenos, Vacinas, Expressão Heteróloga de Proteínas. Foi Professora contratada da Universidade Estadual de Goiás (UEG) e Professora efetiva do Centro Universitário de Goiás (UNI-Anhanguera), Faculdade Araguaia e Faculdade Tamandaré. Também foi Professora-Substituta de Genética Molecular da Universidade Federal de Goiás (ICB-UFG)- Campus: Goiânia. Atualmente é professora Associada da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/2417424087790287>

**Arlindo Galvão Filho**

Atualmente é professor Assistente I da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Possui graduação em Engenharia de Computação pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2007), Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (2010) e Doutorado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Goiás (2019). Tem experiência na área de Ciências da Computação, nas subáreas de Fundamentos de Computação, Reconhecimento de Padrões, Aprendizado de Máquinas, Análise Multivariada e Programação Paralela. Recentemente tem aplicado tais experiências nos temas: Epidemiologia Matemática, Computação de Alto Desempenho, Química Analítica, Big Data e Deep Learning.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7744765287200890>

**Luiz Artur Bataus**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (1987), mestrado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Universidade de Brasília (1991) e doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Universidade de Brasília (1999). Atualmente é professor titular da Universidade Federal de Goiás. Tem experiência na área de Genética, com ênfase em Genética Molecular e de Microorganismos, atuando principalmente nos seguintes temas: expressão heteróloga, streptomyces, alfa-amilase, actinomicetos e actinomiceto. Vem atuando na área de produção e caracterização de enzimas hidrolíticas produzidas por *Streptomyces* em fermentação semis-sólida.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/5637230378599476>

**Débora de Jesus Pires**

Graduação em Licenciatura Plena Em Biologia. Mestrado e Doutorado na Área de Genética pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP - Jaboticabal. Atualmente é Docente do Ensino Superior da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus de Itumbiara. Pesquisadora e Parecerista em projetos de pesquisa. Docente e Orientadora no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Ambiente e Sociedade e do Programa de Pós-Graduação Lato Sensu Planejamento e Gestão Ambiental. Foi Coordenadora do Subprojeto do PIBID Biologia da Universidade Estadual de Goiás. Tem experiência na Área de Genética, Evolução, Genética Ecológica com ênfase em espécies do gênero *Drosophila* e Mutagênese Ambiental e Práticas Integrativas e Complementares aplicadas ao Sistema Único de Saúde - SUS. Atualmente, trabalho com as Práticas Integrativas e Complementares (PICs) no Centro de Atenção Psicossocial (CAPS) na Área da Saúde Mental. Consultora Ad hoc da FAPEG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás). Consultora da Editora Abril para Avaliação de Cursos.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/5599454178713813>

**Lilian Carla Carneiro**

Graduação em Ciências Biológicas Modalidade médica- biomedicina pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2000), mestrado em Bioquímica e Biologia Molecular pela Universidade Federal de Goiás (2004), doutorado em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal de Goiás (2010), pós-doutorado em Diagnóstico molecular e por imagem de doenças infecciosas e parasitárias, pela UFCSPA (2013). Professora da PUC-GO (2002), professora da Universidade Estadual de Goiás (2003 a 2012), pesquisadora do Instituto de Biologia Molecular do Paraná (2013 a 2015). Atualmente sou docente da Universidade Federal de Goiás. Tenho experiência na área de microbiologia, com ênfase em aplicações da biologia molecular, atuando principalmente nos seguintes temas: análises microbiológicas, biotecnologia de microrganismos e biotecnologia aplicada a saúde pública.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/6506744224041777>

**Recebido em agosto de 2019.  
Aceito para publicação em novembro de 2019.**