

ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA DAS CHUVAS INICIAIS DE NOVEMBRO/ 2010 A JANEIRO/ 2011 PARA A CIDADE DE CATALÃO: aproveitamento para fins não potáveis

Heber Martins de Paula¹; Geovanne Caetano Gomes²; Antover Panazzolo Sarmiento³; Eliane Aparecida Justino⁴

Resumo - A análise da qualidade da água das chuvas iniciais é importante para avaliar qual o volume necessário de descarte para o aproveitamento dessa fonte. Esse trabalho tem como objetivo principal avaliar a qualidade das chuvas iniciais para propor o aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na cidade de Catalão. Têm-se assim como objetivos específicos, baseando-se na resolução do CONAMA N° 357 de 2005, para classe 1, e da Portaria N° 518 de 2004: estudar qualidades físicas e químicas da água de chuva a partir de uma captação sem sofrer nenhum tipo de interceptação; caracterizar e direcionar os tipos de usos para água pluvial; analisar a viabilidade de sua utilização como fonte alternativa. A metodologia consiste em duas etapas, sendo, Montagem do Sistema de Captação de Água de Chuva e Análise da Qualidade da Água de Chuva. A partir dos resultados chegou-se às seguintes conclusões que mesmo que a água de chuva está em excelentes condições podendo ser enquadrada como classe 1 na maioria de seus parâmetros e, com uma simples cloração, poderia ser destinada ao consumo humano.

Abstract - The analysis of the quality of the water of initial rains is important to evaluate which the necessary volume of discarding for the exploitation of this source. This work has as objective main to evaluate the quality of initial rains to consider the pluvial water exploitation for not potable ends in the city of Catalan. They are had as well as specific objectives, being based on the resolution of the CONAMA N° 357 of 2005, for classroom 1, and of document N° 518 of 2004 of the Health department: to study physical and chemical qualities of the rain water from a catchment without suffering no type of interception; to characterize and to direct the types of uses for pluvial water; to analyze the viability of its use as alternative source. The methodology consists of two stages, being, assembly of the system of rainwater catchment and Analysis of the Quality of the Rain Water. From the results it was arrived the following conclusions that exactly that the rain water is in excellent conditions being able to be fit as class 1 in the majority of its parameters and, with a simple chlorination, could be destined to the human consumption.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade; Água de chuva; Aproveitamento

¹ Professor Assistente da Universidade Federal de Goiás. Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário, Catalão -GO CEP: 75704-020 - Telefone: (64) 3441-5325. email: heberdepaula@hotmail.com

² Graduando em Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás – *Campus* Catalão. Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário, Catalão -GO CEP: 75704-020 - Telefone: (64) 3441-5325. email: eng.geovanne@hotmail.com

³ Professor Assistente da Universidade Federal de Goiás. Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário, Catalão -GO CEP: 75704-020 - Telefone: (64) 3441-5325. email: antoverps@hotmail.com

⁴ Professor Assistente da Universidade Federal de Goiás. Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário, Catalão -GO CEP: 75704-020 - Telefone: (64) 3441-5325. email: eliane_civ@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Segundo Silva *et al.* (1997), o Estado de Goiás é caracterizado por duas estações climáticas bem definidas: uma, chuvosa, que se inicia entre os meses de setembro e outubro e que vai até o mês de abril, e outra, seca, marcada por profunda deficiência hídrica.

Catalão, por se tratar de um município goiano, está dentro desse perfil. O ápice de seus níveis de precipitação se dá nos meses de dezembro e janeiro e os menores índices situam-se em junho e julho, evidenciando assim a notória distinção entre as duas estações, Figura 1.

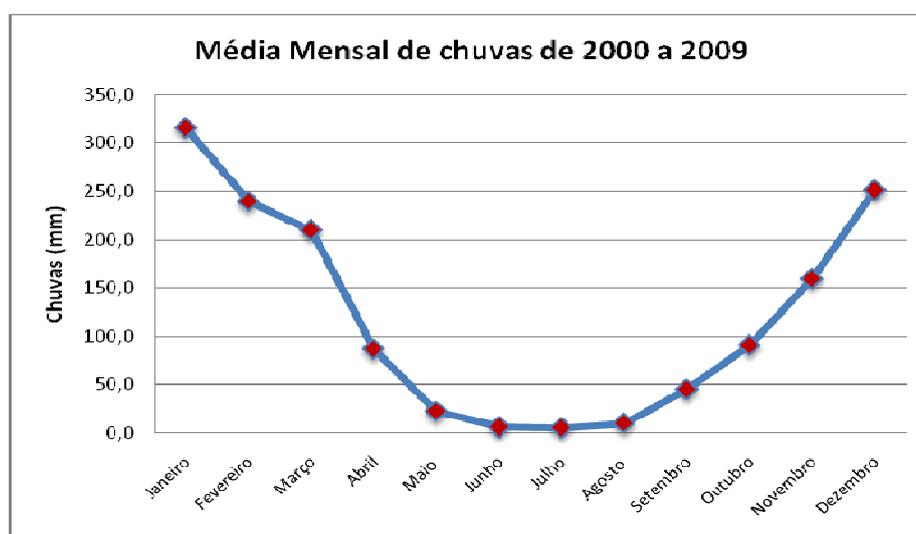


Figura 1– Média mensal de precipitações acumuladas em Catalão entre 2000 e 2009
Fonte: Adaptado de Inmet

Mediante a análise da Figura 1 e da própria conscientização quanto ao assunto, vê-se a necessidade de se propor meios que promovam a conservação da água que, segundo Deoreo *et al.* (1996), é definida como prática, tecnologias e incentivos que aperfeiçoam a eficiência do uso da água. Tomaz (2003) enquadra esse programa em duas vertentes distintas, que são as medidas e incentivos. A primeira trata-se da parte física, isto é, tecnologias; a segunda se consolida como parte educacional.

O aproveitamento de água de chuva é considerado uma das medidas mais viáveis, tanto técnica quanto economicamente, para a promoção da conservação da água. Essa tecnologia, juntamente com os incentivos necessários, tem tomado um papel cada vez mais importante na contemporaneidade.

Para a adoção de um sistema de aproveitamento de água de chuva é necessário, primordialmente, que se conheça a qualidade da água da chuva. De acordo com May (2004), conhecendo-se a qualidade da mesma é possível adotar o tratamento adequado e saber o custo envolvido no processo.

A cidade de Catalão se mostra carente em relação a pesquisas que envolvam água de chuva. Sendo assim, esse trabalho vem de encontro a essa necessidade, abordando fatores químicos e físicos que são essenciais na determinação de sistemas de aproveitamento de água de chuva, os quais são base a todos os projetos que envolvam essa temática.

2. OBJETIVOS

Esse estudo tem como objetivo principal o aproveitamento de água pluvial captada de sem sofrer nenhum tipo de interceptação, destinada para fins não potáveis na cidade de Catalão.

Têm-se assim como objetivos específicos, baseando-se na resolução do CONAMA N° 357, de 17 de Março de 2005, para classe 1, e da Portaria N° 518 - Ministério da Saúde, de 25 de Março de 2004:

- ✓ estudar qualidades físicas e químicas da água de chuva a partir de uma captação sem sofrer nenhum tipo de interceptação;
- ✓ caracterizar e direcionar os tipos de usos para água pluvial;
- ✓ analisar a viabilidade de sua utilização como fonte alternativa.

3. METODOLOGIA

3.1. Montagem do Sistema de Captação de Água de Chuva

Para a coleta da água de forma direta fez-se uso de um sistema constituído por um apoio de madeira, um reservatório, mangueira, conexões e um vasilhame, Figura 2. O funcionamento deste baseou-se no seguinte processo: a chuva precipitada sobre a área de captação do reservatório era conduzida através de uma mangueira e conexões até dois vasilhames posicionados sob o reservatório, a partir dos quais se colhia a água para a execução das análises, Figura 3.



Figura 2 – Sistema de Captação



Figura 3 – Esquema de Funcionamento

A relação dos materiais utilizados na construção do sistema, juntamente com seus respectivos valores, estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 – Orçamento dos materiais utilizados na construção dos sistemas

Materiais	Preço
3 paletes de madeira	R\$ 45,00
2 recipientes de 5 litros cada	R\$ 8,00
1 adaptador flange de 32 mm	R\$ 11,80
2 Tê de 32 mm	R\$ 3,00
3 m de mangueira	R\$ 12,00
3 m de tubo PVC de 32 mm	R\$ 11,50
1 reservatório de 500 L	R\$ 150,00
Preço Total	R\$ 241,30

3.2. Análise da Qualidade da Água de Chuva

Este trabalho aborda alguns parâmetros que se enquadram em fatores químicos e físicos: a alcalinidade, amônia, cloretos, cloro, cor, dureza total, ferro, oxigênio consumido, pH e turbidez.

A alcalinidade é a capacidade das águas de neutralizar ácidos, (FURNAS, 2003). Libâneo (2008) define para a potabilização das águas destinadas ao consumo humano, que a alcalinidade tem função primordial no processo de coagulação, onde ocorre, por meio dela, a minimização do pH.

A amônia é uma substância química obtida a partir do processo de degeneração biológica; tem como finalidade a indicação de poluição. Essa substância é tóxica a saúde humana podendo causar queimaduras tanto nos olhos quanto na pele (FOSFERTIL, 2008).

Richter e Netto (2003) definem que a água pura é virtualmente ausente de cor. Contudo a presença de substâncias na água, sejam dissolvidas ou em suspensão, podem alterar sua cor dependendo da quantidade e de sua natureza.

Conforme Libâneo (2008) o ferro é um metal originado da dissolução de compostos de rochas e solos; ele não apresenta inconveniente sanitário, mas sim de caráter econômico, pois pode causar manchas em roupas e aparelhos sanitários e conferir sabor a água de consumo.

A quantidade de oxigênio consumido é um indicador de suas condições de poluição por matéria orgânica. Teores baixos indicam baixa poluição e teores elevados podem indicar que houve intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica, ou seja, alta poluição (MOTA, 1995).

Um conjunto específico de sais, normalmente dissolvidos na água, confere-se o nome de cloretos; suas variações é indicação de provável poluição (MAY, 2004).

Segundo Richter e Netto (2003) o cloro é um produto químico originado da eletrólise da salmoura usado para desinfecção da água. Sua aplicação nesse processo é bastante eficaz, porém grandes concentrações de cloro podem causar desde irritações nas mucosas até a morte instantânea.

De acordo com Libâneo (2008), a dureza da água indica a concentração de cátions multivalentes como cálcio e magnésio. Não apresenta significado sanitário sendo seu inconveniente o fato de reduzir a formação de espuma, elevando o consumo de sabões e xampus, podendo ainda causar incrustações nas tubulações.

O pH é uma quantificação determinada pela concentração de íons de Hidrogênio (H⁺). Os valores variam de 0 a 14, sendo que valores de 0 a 7 são considerados ácidos, valores em torno de 7 são neutros e valores acima de 7 são denominados básicos ou alcalinos. O pH de uma substância pode variar de acordo com sua composição, concentração de sais, metais, ácidos, bases, substâncias orgânicas e da temperatura (PAULA, 2005).

Conforme Pádua (2002), a turbidez quantifica a concentração de partículas sólidas em suspensão, com diâmetro maior que 1,2 µm (micrometro), que provocam difusão e/ou absorção da luz; podendo ser removidas por filtração, centrifugação ou sedimentação. Assim, quanto maior a turbidez, menor será a transparência da água.

A água foi analisada com o auxílio de um kit de campo contendo todos os materiais necessários para a realização das análises, como reagentes e vasilhames, Figura 4.



Figura 4 – Kit de análise
Fonte: Alfakit

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período chuvoso compreendido entre os meses de dezembro de 2010 e janeiro de 2011, foram feitas cinco análises de qualidade da água de chuva. A frequência de análise foi semanal, e todos os dados obtidos estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores advindos da análise da água de chuva

Parâmetros	Data das análises										
	15/12/2010		22/12/2010		03/01/2011		12/01/2011		21/01/2011		
	R1 ¹	R2 ²	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
Alcalinidade (mgL ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Amônia (mgL ⁻¹)	0,00	0,05	0,15	0,10	0,15	0,50	0,25	0,50	0,25	0,10	0,10
Cloretos (mgL ⁻¹)	10,0	10,0	20,0	30,0	20,0	10,0	20,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Cloro (mgL ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cor (mgL ⁻¹)	5,00	3,00	5,00	3,00	3,00	0,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Dureza total (mgL ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Ferro (mgL ⁻¹)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
O ₂ Consumido*(mgL ⁻¹)	1,00	1,00	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-
pH	4,80	5,00	5,00	5,00	5,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Turbidez (NTU)	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00

* alguns valores não foram encontrados na faixa do kit de análise.

¹ primeiro recipiente que recebe água.

² segundo recipiente que recebe água após o primeiro encher.

A partir dos dados da Tabela 2, foi feito um tratamento matemático e separado os valores máximos, mínimos e as médias das análises para cada parâmetro; posteriormente estes foram correlacionados com os valores limites para classe 1 pela resolução CONAMA N° 357, e pela Portaria n° 518 - Ministério da Saúde. Tal análise está contida na Tabela 3.

Tabela 3 – Correlação dos dados obtidos com as resoluções

Parâmetros	Valores			CONAMA n. 357 Classe 1	Ministério da Saúde n. 518
	Mínimo	Máximo	Média		
Alcalinidade (mgL ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	-	-
Amônia (mgL ⁻¹)	0,00	0,50	0,15	2,00	1,50
Cloretos (mgL ⁻¹)	10,00	30,00	10,00	250,00	250,00
Cloro (mgL ⁻¹)	0,00	0,00	0,00	-	2,00
Cor (mgL ⁻¹)	0,00	5,00	3,00	-	15,00
Dureza total (mgL ⁻¹)	10,00	10,00	10,00	-	500,00
Ferro (mgL ⁻¹)	0,25	0,50	0,25	0,30	0,30
O ₂ Consumido (mgL ⁻¹)	1,00	3,00	1,00	6,00	3,00
pH	4,50	5,00	4,65	6,00 - 9,00	6,00 – 9,50
Turbidez (NTU)	50,00	50,00	50,00	40,00	40,00

As análises foram realizadas para a água contida em dois recipientes diferentes. Usou-se desse tipo de metodologia para se fazer a comparação dos valores para cada um dos recipientes com o intuito de se verificar a discrepância dos resultados obtidos. Contudo, pela Tabela 1, é nítido que esses valores se mantiveram bem próximos, podendo-se enquadrar esses parâmetros dentro de uma mesma classe.

O CONAMA e o Ministério da Saúde não fornecem um valor limite para a alcalinidade, porém notou-se que esta se manteve constante em todas as análises, no valor de 10 mg/L, Figura 5.

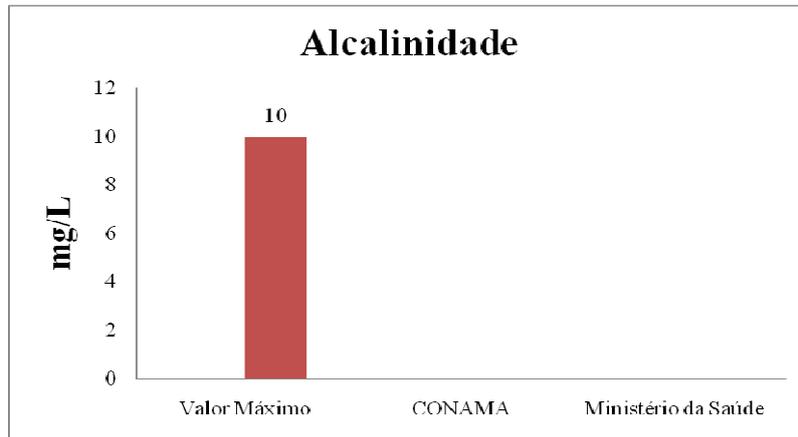


Figura 5 - Gráfico comparativo do parâmetro alcalinidade

Conforme a Figura 6 pode-se perceber que o parâmetro amônia manteve-se bem abaixo dos limites estabelecidos por ambas as resoluções bases.

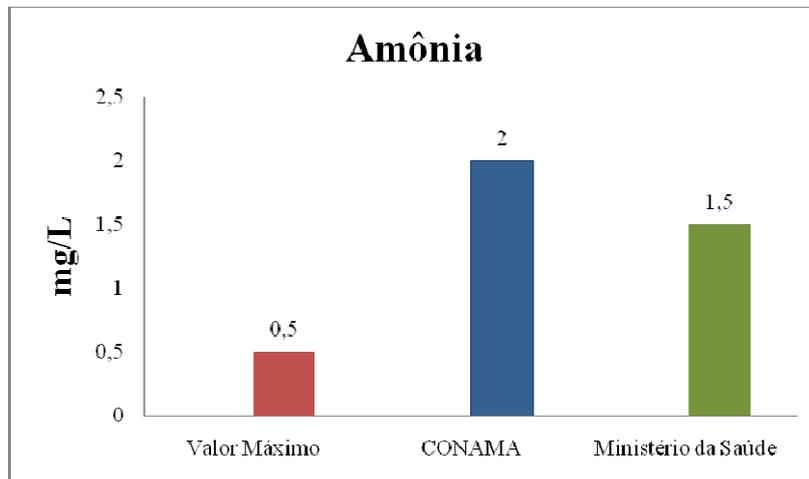


Figura 6 - Gráfico comparativo do parâmetro amônia

A Figura 7 mostra que o cloreto manteve-se extremamente abaixo dos limites permitidos pelas resoluções, mostrando assim ter um excelente desempenho quanto a esse parâmetro.

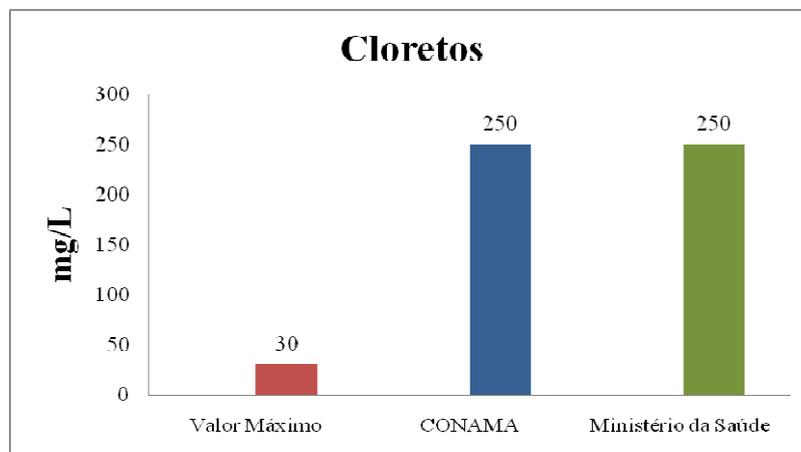


Figura 7 - Gráfico comparativo do parâmetro cloreto

Através da Figura 8 é possível perceber a ausência de cloro; comportamento que já era esperado, pois a água em momento algum, desde sua precipitação, sofreu contato com essa substância.

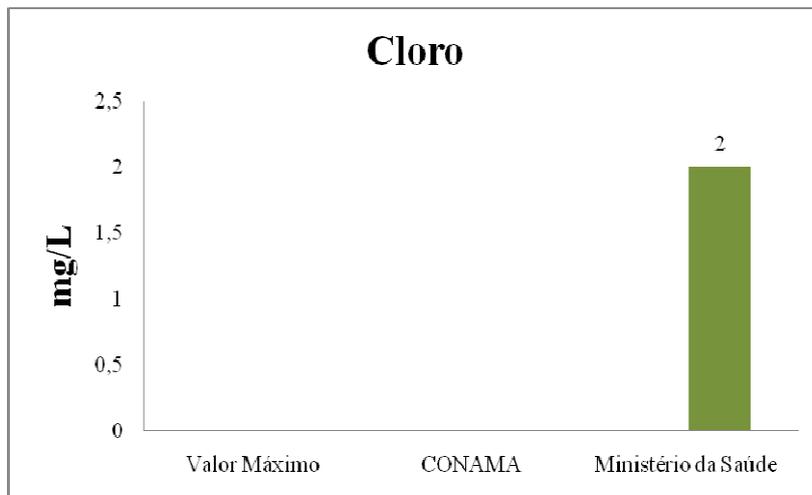


Figura 8 - Gráfico comparativo do parâmetro cloro

É perceptível, pela Figura 9, que a água analisada atende satisfatoriamente a resolução do Ministério da Saúde, pois atingiu o valor máximo para cor bem inferior ao estabelecido.

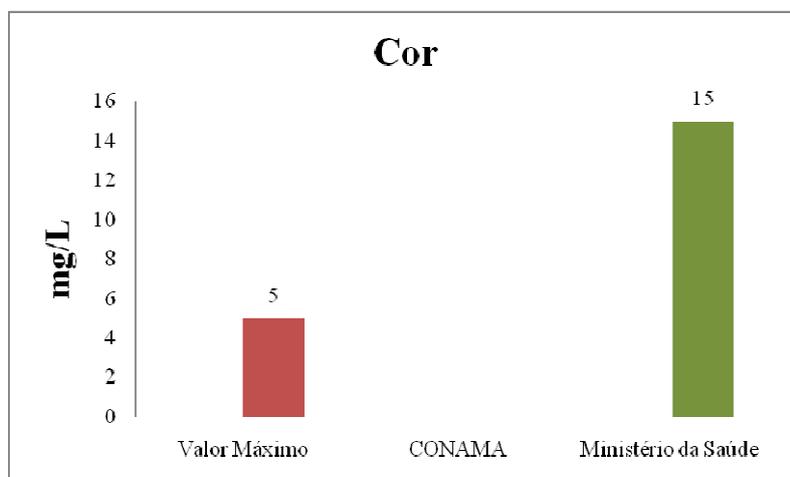


Figura 9 - Gráfico comparativo do parâmetro cor

Efetuada-se uma análise da Figura 10 é evidente a elevada qualidade da água quanto à dureza total, pois manteve seu valor máximo abaixo de 10% do permitido pela resolução do Ministério da Saúde. Tal fato evidencia ainda mais a discrepância de qualidade entre os parâmetros.

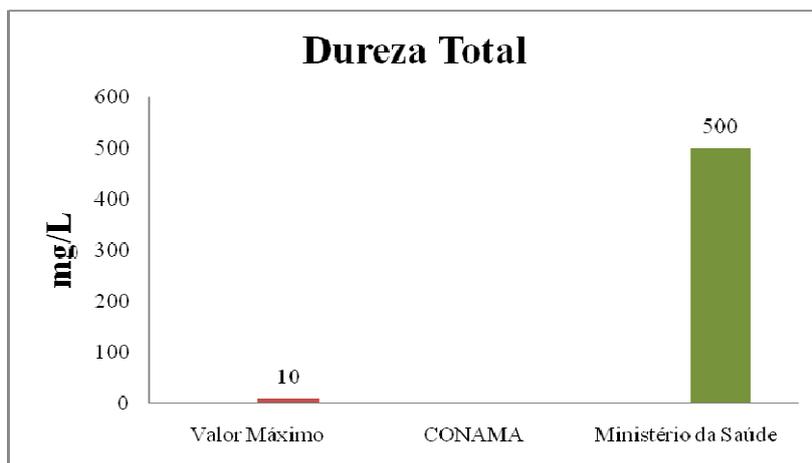


Figura 10 - Gráfico comparativo do parâmetro dureza total

De acordo com a Figura 11, pode-se visualizar que o ferro manteve seu valor máximo acima do permitido para ambas as resoluções, sendo classificado assim em classes menos nobres de acordo com o CONAMA, e sendo necessários processos mais complexos para um possível tratamento da água.

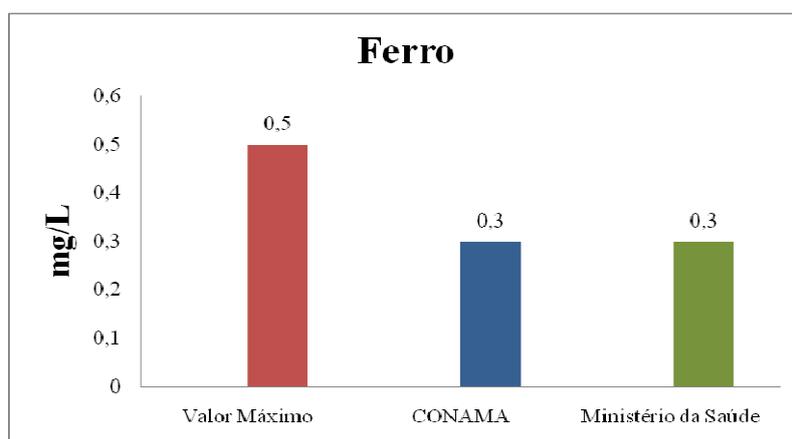


Figura 11 - Gráfico comparativo do parâmetro ferro

De acordo com a Figura 12 a água analisada chegou ao valor máximo permitido pelo Ministério da Saúde, mas manteve seu valor 50% abaixo do máximo permitido pelo CONAMA, atendendo dessa forma o mínimo exigido quanto ao parâmetro oxigênio consumido.

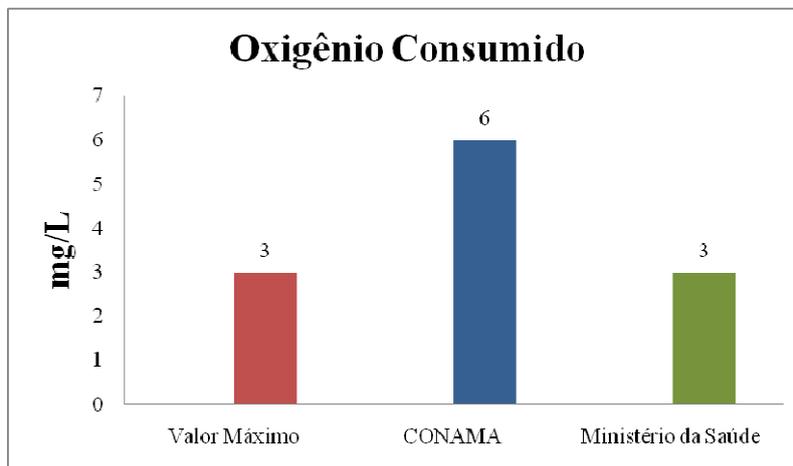


Figura 12 - Gráfico comparativo do parâmetro oxigênio consumido

De acordo com o gráfico da Figura 13, é notória a baixa qualidade da água quanto ao pH. A água captada diretamente da atmosfera, além de apresentar acidez considerável, extrapola o valor definido pelos limites das resoluções, não sendo enquadrada em nenhuma das classes apresentadas pela resolução N°357 do CONAMA e da portaria 518 do Ministério da Saúde.

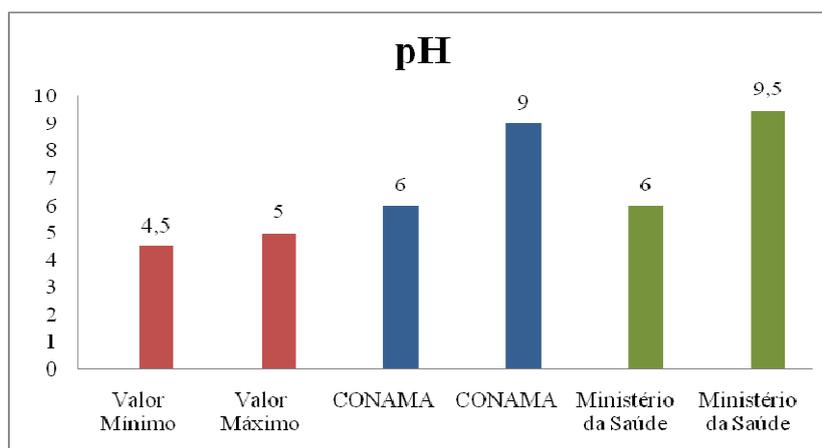


Figura 13 - Gráfico comparativo do parâmetro pH

Pode-se verificar pela ilustração da Figura 14 que a turbidez manteve-se acima dos valores permitidos pelas resoluções, mostrando assim necessidade de um possível tratamento mais complexo se comparado com a classe1 do CONAMA.

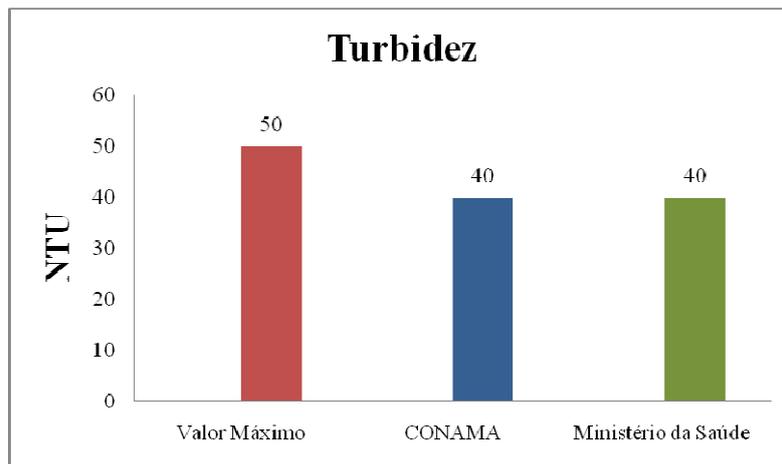


Figura 14 - Gráfico comparativo do parâmetro turbidez

5. CONCLUSÕES

A resolução do CONAMA Nº 357 não aborda os parâmetros alcalinidade, cor e dureza total. Dentre os parâmetros que fazem parte de sua composição, enquadram-se na classe 1: amônia, cloretos, cloro e oxigênio consumido; o parâmetro turbidez teve seus valores compatíveis com a classe 2; o parâmetro ferro se encaixa na classe 3 e o pH não é compatível com nenhuma das classes previstas nesta resolução.

Conforme a Portaria Nº 518 do Ministério da Saúde, os parâmetros amônia, cloretos, cloro, cor, ferro e oxigênio consumido atendem as exigências para fins não potáveis; quanto a dureza total, pH e ferro, é necessário que se faça, a priori, processos de tratamento até se atender as concentrações permitidas; o parâmetro alcalinidade não é abordado.

É necessário que se faça, a partir dos resultados obtidos, processos de tratamento. Estes podem ser desde somente desinfecção até processos mais complexos, ou que demandem um investimento maior.

Efetuando-se os tratamentos necessários, esta água pode ser direcionada para diversos tipos de usos não potáveis, como por exemplo: descarga em bacias sanitárias, lavagem de piso, lavagem de carro, rega de jardim etc.

Quanto à viabilidade do uso da água pluvial como fonte alternativa, esta pode ser determinada a partir de três análises: financeira, técnica e conscientizacional.

Este trabalho dá os subsídios necessários para a análise técnica e financeira, pois é a partir dos dados obtidos que se verifica a melhor forma de tratamento e o melhor sistema para o aproveitamento de água pluvial. Em relação à parte conscientizacional, é necessária, primordialmente, a visão crítica de que se deve promover a conservação da água; em segundo plano, considerando a cidade de Catalão que está em constante expansão, e que seu sistema de

abastecimento de água tem se tornado insuficiente nos períodos de estiagem, assim o aproveitamento de água de chuva seria uma importante fonte alternativa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução CONAMA n°357*. Brasil, 17 de março de 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Portaria n°518*. Brasil, 25 de março de 2004. 15p.

DEOREO, W. B.; HEANEY, J. P.; MAYER, P. W. *Flow trace analysis to assess water use*. Journal AWWA, v.88, p. 79-90, January 1996.

MAY, S. *Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações*. 2004. 159 p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TOMAZ, P. *Aproveitamento de Água de Chuva*. Navegar editora, Brasil, 2003.

PÁDUA, H. B. de (2002). *Águas com dureza e alcalinidade elevada. Observações iniciais na Região de Bonito/MS*. Br - registro de dados – 2001/2 – alguns conceitos e comportamentos ambientais (parte 01). 2002, 64p.

FOSFERTIL. *Ficha de informações de segurança de produto químico fispcq*. Cubatão, 2008. 1p.

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; MATTOS, A.; LUIZ, A.J.B. (1997). *Variação Espaço-Temporal da Disponibilidade Hídrica no Estado de Goiás*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, São Carlos, 1997.

PAULA, H. M. de (2005). *Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva na Cidade de Goiânia: Avaliação da Qualidade da Água em Função do Tempo de Detenção no Reservatório*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de Goiânia – EEG/UFG, Goiânia, 2005.

LIBÂNEO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 2ª Ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008.

RICHTER, C. A.; NETO, J.M.A. (2003). *Tratamento de água – Tecnologia atualizada*. São Paulo, SP: Editora Edgard Blucher, 2003.

MOTA, S. (1995). *Preservação e conservação de recursos hídricos*. 2ªEd. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200 p.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. *Água – determinação da alcalinidade – métodos potenciométricos e titulométricos*. Goiânia, 2003. 12p.