



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

Ingridy Horrana Mercado

**AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE HIDRANTES PÚBLICOS NO
COMBATE A INCÊNDIOS, CONFORME NORMAS TÉCNICAS 17 E 30,
SITUADOS NAS IMEDIAÇÕES DAS QUADRAS 303 A 205 SUL**

**Palmas
2015**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

*Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

Ingridy Horrana Mercado

AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE HIDRANTES PÚBLICOS NO COMBATE A INCÊNDIOS, CONFORME NORMAS TÉCNICAS 17 E 30, SITUADOS NAS IMEDIAÇÕES DAS QUADRAS 303 A 205 SUL

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientado pela Professora M.Sc. Jaqueline Henrique.

**Palmas
2015**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Ingridy Horrana Mercado

AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE HIDRANTES PÚBLICOS NO COMBATE A INCÊNDIOS, CONFORME NORMAS TÉCNICAS 17 E 30, SITUADOS NAS IMEDIAÇÕES DAS QUADRAS 303 A 205 SUL

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientado pela Professora M.Sc. Jaqueline Henrique.

Aprovado em ___ de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.Sc. Jaqueline Henrique
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. M.Sc. Edivaldo Alves dos Santos
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Esp. Roberto Corrêa Centeno
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas
2015

RESUMO

MERCADO, I. H. **AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE HIDRANTES PÚBLICOS NO COMBATE A INCÊNDIOS, CONFORME NORMAS TÉCNICAS 17 E 30, SITUADOS NAS IMEDIAÇÕES DAS QUADRAS 303 A 205 SUL, 2015.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA, Palmas - TO.

No decorrer dos anos, com o aquecimento do planeta, e a falta de prevenção das pessoas, o número de casos de incêndios vem crescendo. Áreas de preservação, lavouras e até mesmo edificações sofrem com a destruição que o fogo provoca. Com o intuito de minimizar os prejuízos tanto ao meio ambiente quanto á população, as Normas Técnicas dos Bombeiros são alteradas e tornam-se mais rígidas com o passar do tempo. Dependendo do tamanho de uma edificação, ela deve conter seu próprio sistema de combate e prevenção a incêndio. Caso contrário, o Corpo de Bombeiros Militar, juntamente com a Companhia de Saneamento local responsabilizam-se pela instalação de hidrantes públicos. Esses hidrantes têm como função abastecer os reservatórios dos caminhões de incêndio, ou até mesmo de acoplar a mangueira caso ocorra algum sinistro nas redondezas. No entanto, vários casos foram relatados que esse sistema de combate não estava funcionando, ou não satisfazia completamente as normativas, fazendo com que fossem procuradas outras alternativas no momento dos sinistros. Pelo fato de Palmas já ter sido cenário de um desses problemas, escolheu-se esse tema para avaliar a qualidade e funcionalidade dos hidrantes públicos de uma determinada região da cidade. A partir dos testes realizados com o auxílio dos bombeiros militares, foi possível diagnosticar os problemas referentes á locação dos pontos, e déficit relacionado á vazão e pressão mínima. Ressalta-se então a importância da elaboração de plano de correção da área atendida, análise dos outros pontos da cidade, e testes a fim de verificar posteriormente se as medidas corretivas foram realizadas corretamente.

Palavras-chave: Hidrantes públicos; Combate á incêndios; NT 17; NT 30.

ABSTRACT

MERCADO, I. H. **EVALUATION OF PUBLIC HYDRANTS FACILITIES ON THE FIREFIGHTING ACCORDING TO THE TECHNICAL REGULATIONS 17 AND 30, NEARBY COURTS 303 to 205 SOUTH**, 2015 Work Completion of course (Bachelor of Civil Engineering) - University Center of Lutheran Palmas - CEULP / ULBRA, Palmas - TO.

Over the years, the global warming and the lack of prevention by the people, the number of fire cases increased. Conservation areas, crops and even buildings are affected by the destruction caused by fire. In order to minimize the damage to the environment and the population, the Fire Service Technical Regulations are changing and becoming more stringent. Depending on the size, a building should contain its own firefighting and prevention systems. Otherwise, the Military Fire Brigade and the Company of Basic Sanitation are responsible for installing public hydrants. These hydrants have the function of supplying the fire trucks tanks, or even engaging the hose in case of an incident nearby. However, several reported cases showed that this combat system was not working or were not fully complied with the regulations, making necessary to find other alternatives at the time of the incident. Because of Palmas had already been the scene of one of those problems, this subject was chosen to assess the quality and functionality of public hydrants in a particular area of the city. From the tests carried out with the help of firefighters, it was possible to identify the problems related to the location points, and the deficit of the water flow and minimum pressure. It is significant to emphasize the importance of developing a correction plan for the areas studied, and also analyze other parts of the city; in the future, make more tests to verify that the corrective measures have been carried out correctly.

Keywords: public hydrants; Combating fires; NT 17; NT 30.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Triângulo do fogo.....	11
Figura 2 – Hidrante subterrâneo e hidrante de coluna.....	18
Figura 3 – Área estudada.....	26
Figura 4 – Hidrantes de Palmas- Região central e Sul.....	29
Figura 5 – Hidrantes existentes e previstos nas imediações das quadras 303 a 205 Sul.....	30
Figura 6 – Hidrante 11.....	31
Figura 7 – Hidrante 12.....	31
Figura 8 – Hidrante 28.....	32
Figura 9 – Hidrante 34.....	32
Figura 10 – Hidrante 40.....	32
Figura 11 – Hidrante HAVAN	32
Figura 12 – Locação dos hidrantes existentes e previstos nas imediações das quadras 303 a 205 Sul.....	33
Figura 13 – Hidrantes existentes numerados nas imediações das quadras 303 a 205 Sul.....	34
Figura 14 – Rede de distribuição de água.....	35
Figura 15 – Raios de ação dos hidrantes existentes.....	38
Figura 16 – Raios de ação dos hidrantes existentes e previstos.....	39
Figura 17 – Raios de ação dos hidrantes existentes, previstos e sugeridos.....	40
Figura 18 – Retirada do tampão e abertura do registro.....	41
Figura 19 – Enchimento do reservatório.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Agente extintor	15
Quadro 2 - Determinação da capacidade extintora, área e distância a serem percorridas de acordo com o risco.....	15
Quadro 3 - Determinação da capacidade extintora, e distância a ser percorrida para fogo de classe B	15
Quadro 4 - Tipos de sistemas de Proteção por Hidrantes	16
Quadro 5 - Perda de carga em conexões de tubulação de ferro fundido e aço galvanizado.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diâmetros da tubulação	36
Tabela 2 - Resultados dos testes	43

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBM – Corpo de Bombeiros Militar

DN – Diâmetro Nominal

IFSTA – Associação Internacional para o Treinamento de Bombeiros/EUA

NBR – Norma Brasileira Aprovada pela ABNT

NFPA – Associação Nacional de Proteção a Incêndios/EUA

NT – Norma Técnica

RTI – Reserva Técnica de Incêndio

SCI – Sistema de Combate á Incêndios

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. Objetivos	10
1.1.1. Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivos Específicos	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. Fogo	11
2.2. Propagação do calor	12
2.3. Classes de incêndio	12
2.4. Métodos de extinção	13
2.5. Sistemas de combate a incêndio	14
2.5.1. Extintores	14
2.5.2. Hidrantes	15
2.5.2.1 Hidrantes Públicos	17
2.6. LEI Nº 1.787, DE 15 DE MAIO DE 2007.	19
2.7. Norma Técnica Nº 30 – Hidrante público	19
2.7.1 Estudo e sinistros	19
2.7.2 Locação	20
2.7.3 Diâmetro	21
2.7.4 Pressão	22
2.7.5 Vazão	22
2.7.6 Perda de Carga	22
3. METODOLOGIA	25
3.1. Área de estudo	25
3.2. Procedimentos	26
3.3. Análise dos resultados	27
3.3.1 Locação	27
3.3.2 Diâmetro	28
3.3.3 Vazão	28
3.3.4 Pressão	28
3.4. Comentários finais	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1. Mapa de locação	29

4.2. Verificação in loco.....	31
4.3. Rede de distribuição	34
4.4. Cálculo de hidrantes	36
4.5. Raio de ação.....	37
4.6. Testes de vazão e cálculo de pressão	40
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

O fogo está presente desde a história da civilização a muitos anos, e é de grande utilidade para a sociedade. Ele sempre foi necessário para a preparação de alimentos, para o aquecimento e para a proteção contra predadores. Com o passar dos anos, surgiram técnicas para o controle desse elemento. No entanto, nem sempre é possível o total controle sobre as situações, assim ocorrem os incêndios.

Os incêndios são gerados devido a três causas: causas naturais, provocadas sem a intervenção do homem (vulcões, terremotos e raios); causas acidentais, geradas por conta de um descuido ou por algum problema (eletricidade, chama exposta); e causas criminosas, são os incêndios propositais e/ou criminosos.

A segurança contra incêndio se faz com as medidas de prevenção, proteção e combate. A prevenção tem como intuito evitar que ocorram focos de incêndio, fazendo o controle dos materiais combustíveis e das fontes de calor. É considerada uma medida de proteção, aquela que dificulta a propagação do fogo, e que mantém a estabilidade da edificação. O combate é toda forma utilizada para extinguir o incêndio, sejam por meio de hidrantes, sprinkler, extintores, ou pela ação do Corpo de Bombeiros.

O Corpo de Bombeiros possui reserva de água nos pontos de atendimento para casos de incêndios. Os carros são carregados e direcionados até o local do sinistro. No entanto, para evitar o deslocamento de ir e voltar várias vezes até o posto, aumentar a agilidade da chegada ao local, ou até mesmo pela dimensão do incêndio, a legislação exige sistemas de hidrantes públicos conectados ao sistema público de distribuição de água. Neles são acopladas as mangueiras de incêndio, e é também onde abastecem os caminhões com água.

A escolha do tema foi baseada na necessidade de uma cidade composta por um sistema público de combate a incêndios de eficiência. Os hidrantes públicos têm como função auxiliar no Combate de possíveis incêndios urbanos. É um sistema utilizado quando a edificação não possui outro mecanismo de combate, ou quando este não está sendo o suficiente. Eles devem ser instalados em toda a área do município, com pontos de no máximo 600m de distância (salvo em loteamentos,

edificações e condomínios horizontais, 300m), estando vazão conforme exigido pela legislação estadual. Portanto, é de grande valia para toda a população que ele esteja funcionando corretamente, seguindo os padrões estabelecidos pela norma.

Os engenheiros elaboram os projetos de combate a incêndio das edificações conforme as exigências, porém, no caso de sinistros de grande proporção, as entidades responsáveis pelo apoio e combate a situações de incêndio, podem contar com o sistema público de hidrantes, que facilitam o reabastecimento dos veículos de combate, ou até mesmo a ligação direta de mangueiras.

Devido a situações críticas no meio da construção civil, tanto os acidentes de trabalho quanto os problemas com incêndios, criou-se a necessidade de uma maior fiscalização nas edificações tanto em execução quanto existentes. Com isso, profissionais da engenharia civil e segurança do trabalho tem ganhado destaque, sendo fundamentais para o desenvolvimento de SCI.

Para os profissionais que elaboram tal tipo de projeto, é de fundamental importância o conhecimento sobre a existência, características e o funcionamento dos sistemas de prevenção e combate a incêndio, assim como as normas de segurança que regem esse tipo de projeto. Informações como área de cobertura, tipo de materiais presentes nas instalações, distancia entre os pontos de acesso são imprescindíveis para o engenheiro, pois com todos os dados em mãos, basta aplicar as normas diante das situações e projetar.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Realizar um estudo em hidrantes públicos, com a finalidade de verificar se estão de acordo com o exigido na regulamentação.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Verificar a localização dos hidrantes públicos instalados nas imediações das quadras 303 e 205 de Palmas, escolhidas aleatoriamente, com o intuito de constatar se os mesmo encontram-se distantes dentro de um raio de 600m.
- Comparar vazão, diâmetro, e localização com as Normas Técnicas 17 e 30.
- Apresentar estudos para correção de possíveis problemas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Fogo

Arndt (2008), classifica o fogo como um processo exotérmico de oxidação, ou seja, uma reação química que ocorre liberação de energia. Para que ocorra essa reação, é necessário três elementos que são chamados de Triângulo do Fogo: combustível, comburente e calor, conforme Figura 1. A velocidade de queima varia de acordo com o comportamento do combustível com o comburente mediante a ação do calor. Destaca-se que o incêndio é uma combustão sem controle.



Figura 1 – Triângulo do fogo (Fonte: <http://www.areaseg.com/fogo/>)

Um combustível ao se aquecer, libera vapores combustíveis que, em contato com uma fonte externa de calor, entram em combustão. A combustão aquece mais o combustível, liberando mais vapores combustíveis, gerando assim uma combustão maior. Essa reação em cadeia continuará, até que não haja mais vapores combustíveis para serem liberados do material combustível (CBOMESP,2001).

Segundo Arndt (2008), combustível é um composto orgânico susceptível a queima, ou seja, propagador do fogo, podendo ser sólido, líquido ou gasoso. Papel, madeira, plásticos, e gasolina são exemplos desse tipo de composto. O comburente quebra as moléculas do combustível, transformando em outras substâncias e dando início a combustão. Em outras palavras, ele intensifica a reação química. O ar atmosférico é composto em situação normal por 21% de oxigênio, caso a proporção seja menor do que este valor, a queima se torna mais lenta ou até mesmo nem ocorre.

Calor é um elemento que por diferença de temperaturas é transferido de um sistema para o outro. Tem como função dar início, manter e propagar um incêndio. Ele pode ter como fonte o atrito, radioatividade, energia elétrica ou reação química.

2.2. Propagação do calor

Braatz (2013), afirma que para haver transferência de calor entre dois corpos, eles precisam ter diferentes temperaturas. O corpo de maior temperatura tende a passar calor para o de menor, até atingirem um equilíbrio. O calor possui três formas de se propagar: condução, irradiação e convecção.

Condução é quando uma molécula está diretamente em contato com outra molécula. As partículas constituintes dos materiais recebem energia, e se agitam com maior intensidade. A agitação passa de uma partícula para a outra até todas atingirem a mesma temperatura. Os materiais condutores, como os metais, a transferência é mais rápida. De outro lado, os materiais isolantes propagam vagorosamente o calor, como é o caso da borracha. Sendo assim, o calor pode ser transmitido em uma edificação pela sua estrutura, até onde encontrar os elementos necessários para ocorrer a combustão.

A convecção é uma propagação que ocorre devido a diferença de densidade. Como o ar quente é menos denso que o ar frio, o calor sobe em uma edificação, onde encontrar espaço, até se acumular em um local onde há combustíveis que tenderão a queimar.

Diferente dos outros dois meios de propagação, a irradiação não precisa de um meio material para propagar. Ela ocorre por meio das ondas eletromagnéticas. Um combustível transmite calor ao outro por meio dessas ondas, por esse motivo um incêndio se propaga de uma edificação à outra próxima.

2.3. Classes de incêndio

A Associação Nacional de Proteção a Incêndios/EUA (NFPA) é responsável pela criação das classes de incêndios. No Brasil o mesmo critério foi adotado pela

Associação Internacional para o Treinamento de Bombeiros/EUA (IFSTA), Associação Brasileira de Normas Técnicas/BR (ABNT) e o Corpo de Bombeiros/BR.

Segundo a Lopes (2005), a classificação de um incêndio é dividida de acordo com as características do material combustível que deu origem a ele, e tem como objetivo facilitar o entendimento de qual agente extintor adequado para cada sinistro, descrito abaixo:

Classe A: Combustíveis sólidos que se queimam na superfície e em profundidade, deixando como resíduos cinza e brasas. Exemplos: Madeiras, borracha, e papel.

Classe B: São materiais que não deixam resíduos, e queimam somente em superfície. Exemplos: líquidos inflamáveis, graxas e gases combustíveis.

Classe C: Materiais elétricos energizados. Caso seja interrompido o fornecimento de energia, e eles não acumularem energia, eles passam a pertencer a classe A. exemplos: computadores, quadro de forças, e motores elétricos.

Classe D: Metais combustíveis pirofóricos, que queimam em altas temperaturas, ou quando estão em contato com a água. Exemplos: Magnésio, selênio, e Alumínio.

2.4. Métodos de extinção

Segundo Brentano (2010), sem um dos três componentes do triângulo do fogo (comburente, combustível ou calor) forem extintos, o fogo apagará. Para isso foram determinados alguns métodos que eliminam um ou mais desses componentes: retirada do material combustível, resfriamento, abafamento, ou extinção química.

Retirada do material combustível: é quando um material combustível que ainda não tenha sido atingido é retirado do local, para evitar que ocorra uma combustão ou uma transferência de calor por meio dele.

Resfriamento: o objetivo é diminuir a temperatura, diminuindo a liberação de gases ou vapores inflamáveis, por consequência de eliminar o componente calor do triângulo do fogo.

Abafamento: é o método que diminui a quantidade de oxigênio, para menos de 15% de concentração, ou que impede de participar da reação, já que ele é um componente comburente. Com isso a combustão se torna mais lenta ou deixa de existir.

Extinção química: utilização de componentes químicos com o intuito de interromper a reação em cadeia, fazendo com que o comburente e o combustível percam suas capacidades de manter o processo.

2.5. Sistemas de combate a incêndio

Para Fernando et al. (2012), é possível combater incêndio a partir de um ou mais dos cinco tipos de sistemas: mangotinho, sprinklers, espuma mecânica, extintores e hidrantes. Dentre eles, os mais utilizados são os extintores e hidrantes.

2.5.1. Extintores

“Aparelho de acionamento manual, constituídos de recipiente e acessórios contendo o agente extintor destinado a combater princípios de incêndio.” (Corpo de Bombeiros Militar, Norma Técnica Nº16, 2010, p.2).

Conforme Norma Técnica Nº16 (2010), entre outros fatores, o agente extintor deve estar visível, sinalizado por placas, protegido contra intempéries, desobstruídos, dentro da classe de incêndio específica para aquela edificação, e em local que o fogo não o bloqueará. Podem ser tanto sobre rodas, quanto portáteis, desde que siga as especificações contida nessa normativa. Segue nos Quadros 1, 2 e 3 representados abaixo a divisão dos agentes extintores relacionados com a classe do fogo, assim como a área atendida por cada um, e a distância a ser percorrida de acordo com o risco.

CLASSE DO FOGO	AGENTE EXTINTOR					
	ÁGUA	ESPUMA MECÂNICA	GÁS CARBÔNICO	PÓ BC	PÓ ABC	HIDROCARBONETOS ALOGENADOS
A	(A)	(A)	(NR)	(NR)	(A)	(A)
B	(P)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
C	(P)	(P)	(A)	(A)	(A)	(A)
D	Deve ser verificada a compatibilidade entre o metal combustível e o agente extintor					

Nota:**(A)** Adequado à classe do fogo**(NR)** Não recomendado à classe do fogo**(P)** Proibido à classe de fogo.**Quadro 1** – Agente extintor (Corpo de Bombeiros Militar, Norma Técnica N°16, 2010)

DISCRIMINAÇÃO	RISCO		
	Baixo	Médio	Alto
Área máxima protegida por uma unidade extintora	270 m ²	135 m ²	90 m ²
Distância máxima a ser percorrida até o extintor	20 m	15 m	10 m

Quadro 2 – Determinação da capacidade extintora, área e distância a serem percorridas de acordo com o risco (Corpo de Bombeiros Militar, Norma Técnica N°16, 2010)

RISCO	CAPACIDADE EXTINTORA MÍNIMA	DISTANCIA MÁXIMA A SER PERCORRIDA (m)
Baixo	10B	10
	20B	15
Médio	20B	10
	40B	15
Alto	40B	10
	80B	15

Quadro 3 – Determinação da capacidade extintora e distância a ser percorrida para fogo de classe B (Corpo de Bombeiros Militar, Norma Técnica N°16, 2010)2.5.2. Hidrantes

Segundo NBR 5667 (2000), um hidrante compreende em um dispositivo de prevenção fixa, onde há uma ou duas válvulas e acessórios, utilizados para a obtenção de água. É utilizado como complemento do extintor de incêndio. Por ter uma reserva técnica de incêndio (RTI), reservatório de água, ele tem um maior poder de combate. Esse tipo sistema pode ser tanto por mangueiras, quanto por mangotinho, dependendo da classificação pré-estabelecida.

As edificações que devem ser dotadas do sistema de hidrantes são especificadas por Norma do Corpo de Bombeiros, sendo que cada estado possui sua própria regulamentação. De acordo com a NBR13714 (2000), as edificações que possuem área acima de 750m² e/ou com altura acima de 12m devem ser protegidas. É necessário consultar a tabela nesta mesma Norma Brasileira, para que seja definido o grupo, ocupação/uso, sistema a ser utilizado, e a divisão.

Na especificação da Norma Técnica N^o 17 (2010), o dimensionamento, assim como o projeto devem ser elaborados a partir da cobertura de todos os locais de risco, definindo o local das tubulações para calcular suas possíveis perdas de cargas, e encontrar a vazão mínima do hidrante mais desfavorável. Esta vazão deve ser maior ou igual à estabelecida no Quadro 4, de acordo com o tipo de edificação e o sistema utilizado.

Sistema	Tipo	Esguicho	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima ao hidrante mais desfavorável (LPM)*
			Diâmetro (mm)	Comprimento Máximo (m)		
Mangotinho	1	Jato regulável	25 ou 32	45 ¹	Simple	100 ²
Mangueira	2	Jato compacto Ø 13 mm ou regulável	40	30 ³	Simple	125
Mangueira	3	Jato compacto Ø 16 mm ou regulável	40	30	Simple	250
Mangueira	4	Jato compacto Ø 19 mm ou regulável	40 ou 65	30	Simple	400
Mangueira	5	Jato compacto Ø 25 mm ou regulável	65	30	Duplo	650

Quadro 4 – Tipos de Sistema de Proteção por Hidrantes (Corpo de Bombeiros Militar, Norma Técnica N^o17, 2010)

2.5.2.1 Hidrantes Públicos

Enquanto os proprietários de imóveis devem estar atentos às normas referente ao uso de hidrantes nas edificações, o serviço público também tem o dever de auxiliar no combate. Para isso, são utilizados os hidrantes públicos. Esse sistema é ligado às redes de abastecimento de água da cidade, pré-dimensionados de forma a garantir água em quantidade e com pressão satisfatória nas áreas delimitadas. De acordo com a NBR 5667 (2006) da ABNT - Hidrantes urbanos de incêndio de ferro dúctil são utilizados no Brasil hidrante subterrâneo, hidrante de coluna, e hidrante de coluna com obturação própria, conforme exemplificado na Figura 2.

O Hidrante subterrâneo, trazido da Europa pelos franceses, é enterrado abaixo da calçada em caixa de ferro fundido, contém somente uma saída (DN 60mm). A Norma Técnica N°30 (2010) recomenda que não seja mais aceito esse tipo de instalação nas redes dos loteamentos, edificações e condomínios, pelo fato de não ser muito visível, quando a área não é identificada corretamente pode ser tampado por carros ou materiais deixados no passeio público, e também pela possibilidade de contaminação da água.

Os dois tipos de hidrante de coluna possuem fácil identificação no momento de um sinistro por estarem expostos no piso de passeios públicos. Segundo a NBR 5667 (2006), eles possuem o formato cilíndrico, composto por três saídas (Duas de DN 60mm e uma de DN 100mm). A diferença é que o hidrante com obturação própria é provido com dispositivo de vedação automática no corpo, enquanto o sem obturação possui um registro de gaveta instalado abaixo do passeio.

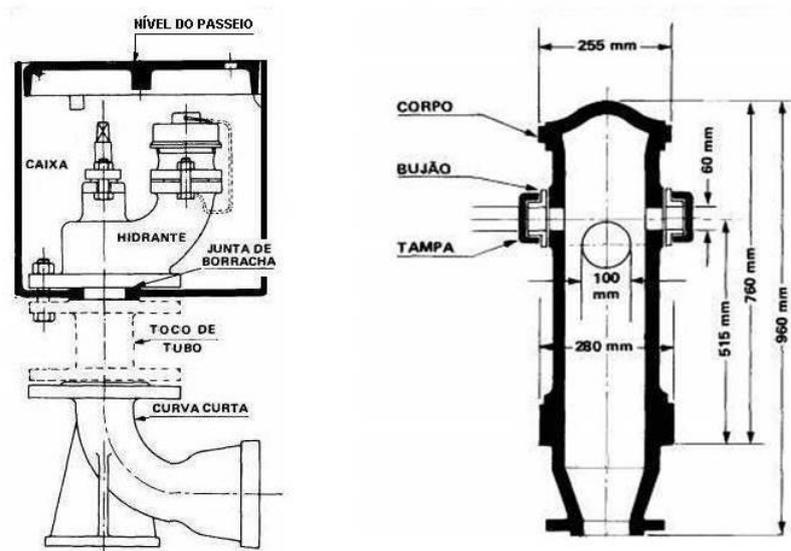


Figura 2 – Hidrante subterrâneo e hidrante de coluna

(Fonte: <http://braatzprevencao.blogspot.com.br/2013/09/hidrantes-urbanos-de-incendio.html>)

A NBR 5667 (2006) recomenda que os hidrantes de coluna devem seguir padrões na pintura para facilitar a identificação, podendo ser das cores especificadas na Norma, conforme descrito abaixo, ou em outros casos de acordo com a concessionária e/ou Corpo de Bombeiros. O corpo deve ser na cor vermelha 5 R 4/14 - Munsell Book of Color, enquanto o tampão do bujão varia de acordo com a vazão disponível naquele local.

- Vazão superior a 2000L/min - Cor verde 10 GY 6/6 - Munsell Book of Color;
- Vazão entre 1000 e 2000L/min - Cor amarela 5 Y 8/12 - Munsell Book of Color;
- Vazão inferior a 1000L/min - Cor vermelha 5 R 4/14 - Munsell Book of Color

A Norma Técnica N°30 (2010), ao contrário da NBR 5667, exige que todos os hidrantes instalados sejam de cor vermelha tanto no bujão, quanto na tampa.

2.6. LEI Nº 1.787, DE 15 DE MAIO DE 2007.

De acordo com a Lei Nº1.787 do Corpo de Bombeiros (2007), a aquisição, instalação, manutenção e abastecimento da água dos hidrantes públicos fica por conta da concessionária do serviço público de abastecimento do município. A demarcação e sinalização dos locais que foram instalados os pontos de hidrantes ficam por conta do Município, assim como a demarcação de áreas para estacionamento de viaturas do Corpo de Bombeiros Militar. Esse sistema é de uso exclusivo do CMBTO e da concessionária.

Na lei supracitada, fica determinado que novos loteamentos e desmembramentos da zona urbana devem ter projetos de instalação de hidrantes públicos, e o loteador fica responsável por tal instalação, seguindo o especificado nas Normas Técnicas do Estado.

As Normas Técnicas do Corpo de Bombeiro Militar complementam a Lei Nº 1.787, sendo as mais pertinentes ao tema deste trabalho a Norma Técnica Nº30 e a Norma Técnica Nº17.

2.7. Norma Técnica Nº 30 – Hidrante público

Norma do Corpo de Bombeiros do Estado do Tocantins, aplicada em 2010 para instalação hidrantes públicos em loteamentos e edificações desse estado, constituída de poucas especificações. A rede de distribuição de água das cidades deve ser calculada prevendo tanto às necessidades dos consumidores, quanto a utilização do sistema público de combate com dois hidrantes abertos, garantindo que a pressão e a vazão sejam eficientes.

2.7.1 Estudo e sinistros

É importante averiguar se uma determinada área, ou cidade, está com o sistema de hidrantes operando conforme a normativa. Uma análise da eficiência de

hidrantes urbanos da cidade de Campo Grande, realizado por PORTUGAL, A.C.X (et. al, 2012), revelou que a cidade não seguia em alguns aspectos o padrão da NBR-5667, nem das normas técnicas do estado do Mato Grosso do Sul. O espaçamento entre um ponto de hidrante e outro às vezes passaram de 1km, onde deveria ser de 600m; não existia um mapa com a locação dos pontos na cidade; os hidrantes de coluna fugiam às especificações; entre outros fatores.

Segundo Simões (2013), no Leblon, bairro nobre da cidade do Rio de Janeiro, o Corpo de Bombeiros do Estado não conseguiu utilizar um hidrante locado em frente ao prédio que estava pegando fogo. O coronel declarou ainda que não teria água neste ponto e que a companhia de água não fazia a correta fiscalização do sistema. Contrariando essa afirmação, a Cedae (2013), afirmou que o sistema estava operando corretamente, e que os pontos de hidrante possuíam pressão suficiente para garantir água à 20 metros de altura.

A folha de São Paulo (1976) publicou um incêndio na loja Renner em Porto Alegre, capital gaúcha. Esse estabelecimento era composto por oito andares, que foram rapidamente consumidos pelo fogo. Por conta da falta de hidrantes públicos na cidade, foi necessário utilizar-se da água do Rio Guaíba, localizado a 1 Km do local do sinistro.

Palmas foi cenário de um grande incêndio em 2005. De acordo com o Blogspot Zona de Risco (2012), a loja de materiais Columbia de aproximadamente 600m² pegou fogo no período noturno, e pelo fato de a cidade não conter na época muitos hidrantes públicos, o caminhão dos Bombeiros demoravam muito tempo para ir até o batalhão a 3 km do local para encher o reservatório. Essa mesma reportagem relata ainda que nesse ano a cidade só possuía três hidrantes públicos no centro da cidade, e que a Companhia de Saneamento do Tocantins (Saneatins) não tinha como investir nesse equipamento de proteção, visto que não estava previsto no contrato esse gasto.

2.7.2 Locação

De acordo com a Norma Técnica N°30 (2010), a concessionária de águas e esgotos juntamente com o Corpo de Bombeiros definirá os locais que deverão ser

instalados os hidrantes públicos. Estes preferencialmente estarão locados em esquinas das vias públicas e no meio de grandes quadras, atendendo toda a área urbana com raio de ação de no máximo 600m de distância (salvo em loteamentos, edificações e condomínios horizontais, 300m), e que sejam no mínimo duas unidades. Para efeito de cálculo, com o objetivo descobrir a quantia mínima de pontos de hidrantes, utilizam-se as fórmulas propostas no trabalho de PORTUGAL, A.C.X et. al (2012) .

$$I) \quad am = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$II) \quad Nh = \frac{At}{am}$$

Onde:

am: área mínima atendida por cada hidrante em km²

d: raio de ação, nesse caso 1,2km

Nh: número mínimo de hidrantes

At: área total a ser atendida em km²

2.7.3 Diâmetro

Norma Técnica Nº30 (2010) exige que a tubulação seja de no mínimo 100mm de diâmetro. No entanto, há exceção para os municípios de até 100.000 habitantes, onde serão aceitas as redes já existentes de diâmetro inferior a 100 mm.

Alves (2008) recomenda que pelo fato de o diâmetro estar relacionado diretamente com a vazão, é necessário que esta seja calculada primeiro. A partir da vazão mínima exigida, encontra-se o diâmetro, podendo ele ser o mínimo ou superior a ele.

2.7.4 Pressão

Pressão é uma força exercida integralmente nos fluidos. Para Polito (2012), a velocidade da água dentro do sistema acarreta em variações na pressão, assim como as perdas de carga ao longo da canalização. A normativa não define pressão mínima para hidrantes públicos.

Segundo Brunetti (2009), a pressão efetiva, que não considera a pressão atmosférica, é importante no combate, pois quanto menor ela for menor será a área atendida pela mangueira ou mangotinho. Para evitar eventuais problemas, o Corpo de Bombeiros possui em alguns caminhões motobombas que aumentam a pressão e a vazão do sistema.

2.7.5 Vazão

Para Brunetti (2009), vazão é o produto da velocidade com a área de uma seção, ou da razão entre o volume e o tempo. É a quantidade de fluido que passa em uma tubulação em determinado tempo.

Conforme Norma Técnica N°30 (2010), a menor vazão do sistema público de hidrantes deverá ser de 1.890l/min.

2.7.6 Perda de Carga

É chamada perda de carga a energia dissipada em forma de calor pelo fluido no escoamento, dentro da tubulação. A carga final do sistema não será a mesma da inicial, pois depende do tipo de fluido, rugosidade do material, diâmetro e comprimento da tubulação, e velocidade. São classificadas em normais e acidentais ou localizadas.

A primeira classe são as perdas em tubulações retas, onde o diâmetro é constante. Caso seja alterado o valor do diâmetro, sucessivamente muda-se o valor da perda de carga. Se aumentar a seção do tubo, diminui a energia dissipada, ao

contrário do comprimento que quanto mais extenso, maior essa energia. A fórmula de Hazen-Williams (1902) é a mais usada para este caso:

$$J = \frac{605 \times Q^{1.85} \times 10^5}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Onde:

J: perda de carga unitária em kPa/m

Q: vazão em L/min

C: fator do material da tubulação

d: diâmetro em mm

Perdas de carga localizadas ou acidentais são geradas pelas conexões, válvulas, entre outros itens. Isso ocorre porque essas peças aumentam o atrito, e alteram a velocidade. Quanto maior a velocidade do fluido, maior a perda de energia. A rugosidade é verificada a partir do material utilizado da tubulação. No caso das redes públicas de hidrantes, o material é ferro fundido. É possível averiguar o valor de cada peça, de acordo com o Quadro 5, do material de ferro fundido:

Ø Nominal	Cotovelos		Curvas				Tês				Cruzetas	Tês de curvas duplas	Luvas	Unões					
	redução	45°	filmea	machos-fêmea	machos	45° m/1	retorno	transposição		45°					45°				
mm																			
1/4	0,23	0,22		0,16		0,10			0,04	0,34	0,42		0,05	0,34	0,01	0,01			
3/8	0,35	0,33	0,16	0,24		0,15			0,06	0,51	0,62		0,08	0,50	0,01	0,01			
1/2	0,47	0,44	0,22	0,32	0,34	0,20	0,43	0,87	0,08	0,69	0,83	0,09	0,10	0,67	0,01	0,01			
3/4	0,70	0,67	0,32	0,41	0,50	0,30	0,65		0,12	1,03	1,25	0,13	0,15	1,01	0,01	0,01			
1	0,94	0,89	0,43	0,55	0,67	0,41	0,86		0,17	1,37	1,66	0,18	0,20	1,35	0,01	0,01			
1 1/4	1,17	1,11	0,54	0,68	0,84	0,51	1,08		0,21	1,71	2,08	0,22	0,25	1,68	0,01	0,01			
1 1/2	1,41	1,33	0,65	0,82	1,01	0,61	1,30		0,25	2,06	2,50	0,27	0,30	2,02	0,01	0,01			
2	1,88	1,78	0,86	1,04	1,27	0,81	1,73		0,33	2,74	3,33	0,36	0,41	2,69	0,01	0,01			
2 1/2	2,35		1,08	1,37	1,59	1,02			0,41	3,43	4,16	0,44	2,19		0,01	0,01			
3	2,82		1,30	1,64	1,91	1,22			0,50	4,11	4,99				0,01	0,01			
4	3,76		1,73	2,18	2,54	2,69			0,66	5,49	6,65				0,02	0,01			
5	4,70		2,16						0,83	6,86	8,32				0,02				
6	5,64		2,59		4,04				0,99	8,23	9,98				0,03				
Ø Nominal pol.																			
Tê de redução	3/8 x 1/4	1/2 x 1/4	1/2 x 3/8	3/4 x 3/8	3/4 x 1/2	1 x 3/4	1 1/4 x 1/2	1 1/2 x 3/4	1 1/2 x 1	1 1/2 x 1 1/4	2 x 1	2 x 1 1/4	2 x 1 1/2	2 1/2 x 1 1/4	2 1/2 x 1 1/2	3 x 2	3 x 2 1/2	4 x 2	4 x 3
	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,21	0,23	0,28	0,29	0,30	0,34	0,42	0,46	0,56

Quadro 5 – Perda de carga em conexões de tubulação de ferro fundido e aço galvanizado (Universidade Federal de Goiás – Escola de Engenharia Civil)

3. METODOLOGIA

Neste capítulo será explanada a forma de aquisição dos dados referentes à hidrantes públicos da área escolhida.

3.1. Área de estudo

Palmas, capital do estado do Tocantins, é a mais nova entre as capitais. Inaugurada em maio de 1989, possui segundo o IBGE uma população estimada em 2014 de 265.409 habitantes, em uma área composta por 2.218,943km². Assim como Brasília, foi elaborada a partir de um planejamento de quadras, dividida em quatro partes, conforme os pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste).

A área estudada foi escolhida aleatoriamente, está situada na região Sudoeste, engloba as imediações das quadras 303 a 205 Sul: 201 S; 203 S; 205 S; 207 S; 303 S; 305 S; 307 S; AV 103 S; AV 201 S; AV 203 S; AV 205 S; AV 303 S; AV 401 S; AE 303S. Possui em área o equivalente a aproximadamente 3.173.509,48m² (3,17km²), englobando também as quadras existentes dentro do eixo das avenidas Teotônio Segurado, LO-9, NS-9 e LO-3, conforme Figura 3.

$$I) \quad am = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$II) \quad Nh = \frac{At}{am}$$

- 3) Utilizando-se da ferramenta computacional de desenho AutoCAD, englobar cada ponto de hidrante da planta de locação fornecida pelo CBM, com círculos de raio igual a 600m. O raio de 600m é o mínimo recomendado pela NBR 12.218/94.
- 4) Percorrer a área analisada, verificando a existência desses hidrantes nos pontos pré-estabelecidos, e se estes estão depredados e/ou obstruídos;
- 5) Compor tabelas dos pontos de hidrantes públicos, onde constará, vazão, pressão e diâmetro da tubulação, a partir de possíveis análises elaboradas pelo Corpo de Bombeiros do Tocantins;
- 6) Verificação dos dados coletados, observando recomendação da Normas Técnicas NT 30 e NT 17 (2010).

3.3. Análise dos resultados

Após coleta dos dados, será necessário compará-los às Normas Técnicas 30 e 17 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Tocantins.

3.3.1 Locação

- 1) Verificar se toda área de estudo está sendo atendida pelo sistema, observando a partir dos círculos traçados no item 3) dos procedimentos;
- 2) Comparar se o número de hidrantes instalados é igual ou superior ao mínimo exigido nos cálculos.

3.3.2 Diâmetro

- 1) Observar se todos os diâmetros da rede são de no mínimo 100 mm, conforme estipulado em Norma.

3.3.3 Vazão

- 1) Conferir se as vazões mínimas nos hidrantes estão de acordo com o mínimo exigido pela Norma, de 1890l/min, aproximadamente $0,031\text{m}^3/\text{s}$.

3.3.4 Pressão

- 1) Calcular a pressão dos pontos de hidrante a partir das vazões obtidas.

3.4. Comentários finais

Por último, posteriormente a execução dos procedimentos descritos, serão apresentados os resultados encontrados em seu levantamento, bem como a análise final. Se o sistema de hidrantes públicos não estiver de acordo com a legislação específica, serão apresentadas soluções, e/ou melhorias para o mesmo, a fim de garantir um bom funcionamento e segurança para a população das quadras englobadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Mapa de localização

A companhia de saneamento local, Odebrecht Ambiental Saneatins, fez o levantamento dos hidrantes locados em Palmas na região sul e central. As áreas foram classificadas com cores, de acordo com a densidade populacional. O mapa, apresentado na Figura 4, contém tanto os hidrantes já instalados, assim como os que estão previstos.

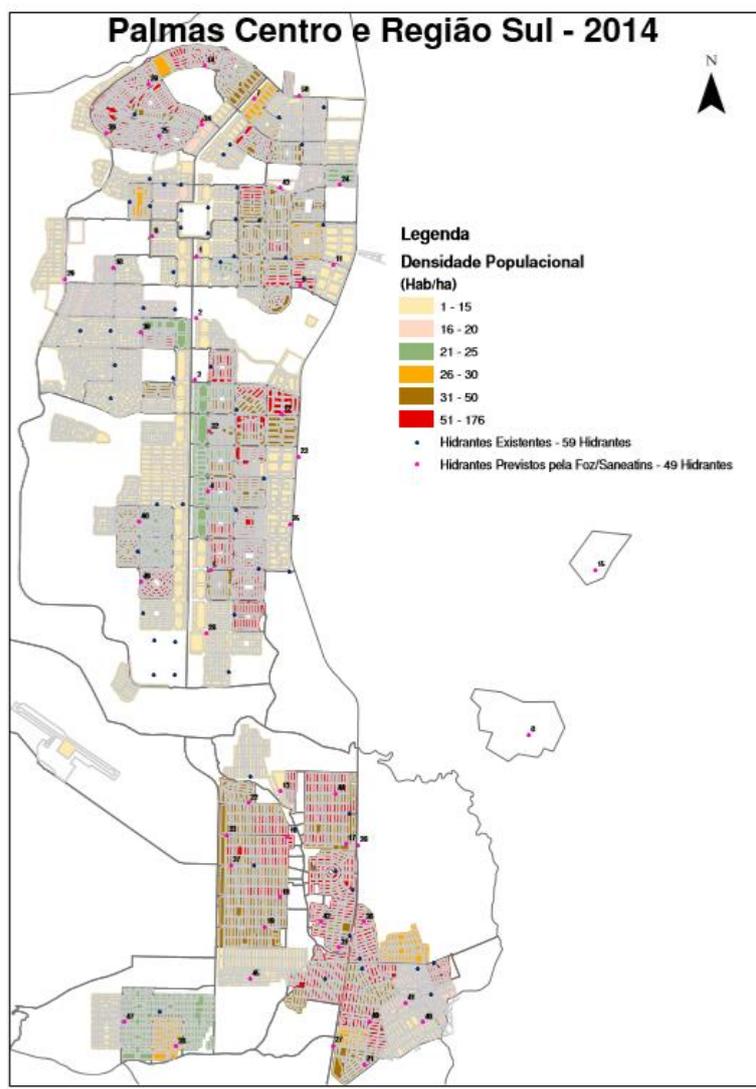


Figura 4 – Hidrantes de Palmas- Região central e Sul (Fonte: Odebrecht Ambiental Saneatins-2014)

Conforme descrito na legenda do mapa, a cidade possui 59 hidrantes existentes, e são previstas mais 49 unidades. O mapa foi aproximado e cortado para

que fosse observada somente a área estudada e seus arredores, conforme apresentado na Figura 5.

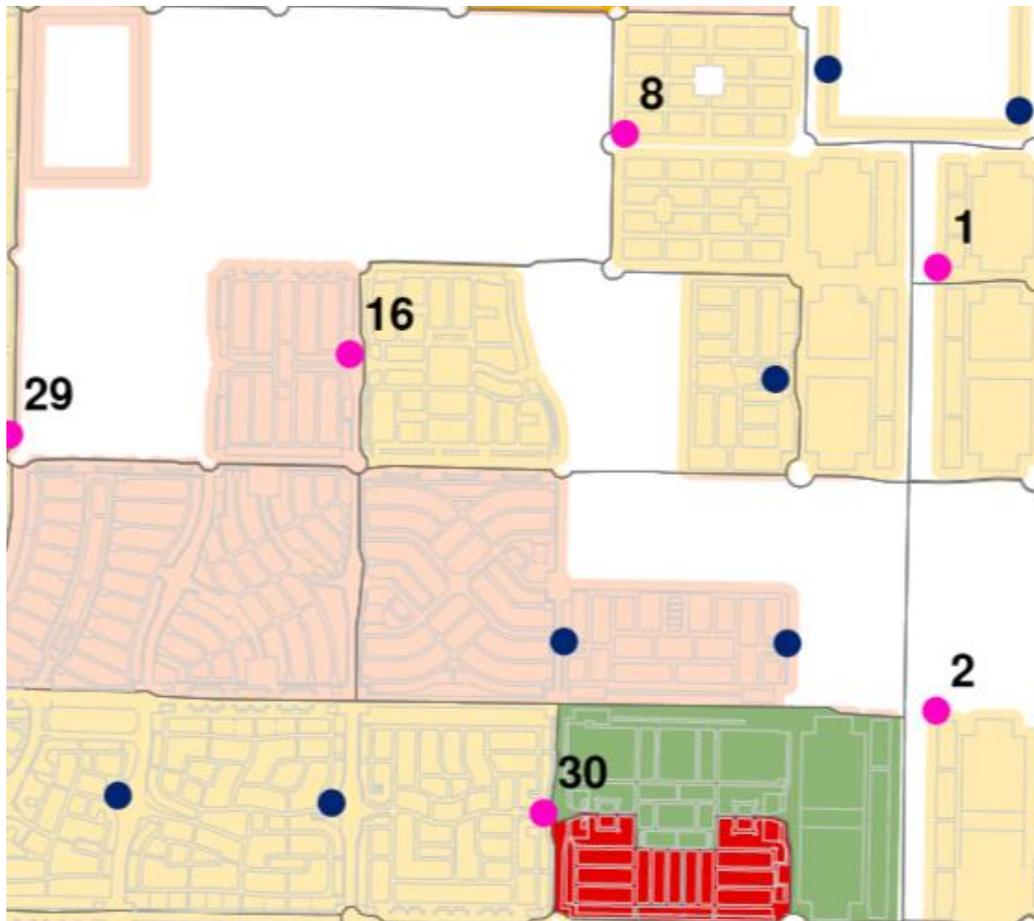


Figura 5 – Hidrantes existentes e previstos nas imediações das quadras 303 a 205 Sul (Fonte: Odebrecht Ambiental Saneatins-2014 – modificado pela autora)

Legenda

Densidade Populacional

(Hab/ha)

- 1 - 15
- 16 - 20
- 21 - 25
- 26 - 30
- 31 - 50
- 51 - 176

- Hidrantes Existentes - 59 Hidrantes
- Hidrantes Previstos pela Foz/Saneatins - 49 Hidrantes

Analisando-se a Figura 5, é possível observar que a área estudada é de baixa densidade populacional, engloba entre 1-20 Hab/ha, e uma porção de aproximadamente 0,85km² sem população.

4.2. Verificação in loco

Percorreram-se todos os 6 pontos do mapa da figura 5, verificando a existência dos hidrantes, e se estão desobstruídos e/ou depredados. Observou-se que somente 2 pontos divergiam do mapa original da Odebrecht Ambiental Saneatins.

Todos os hidrantes verificados estavam em bom estado de conservação, desobstruídos, e pintados na cor vermelha. A maior parte está localizada em áreas asfaltadas, mas não possuem pintura no pavimento. Somente dois estão em áreas não pavimentadas, mas mesmo assim são de fácil visualização e acesso, conforme Figuras 6,7,8,9,10 e 11.



Figura 6 – Hidrante 11 (Fonte: Autora) **Figura 7** – Hidrante 12 (Fonte: Autora)



Figura 8 – Hidrante 28 (Fonte: Autora)



Figura 9 – Hidrante 34 (Fonte: Autora)



Figura 10 – Hidrante 40
(Fonte: Autora)

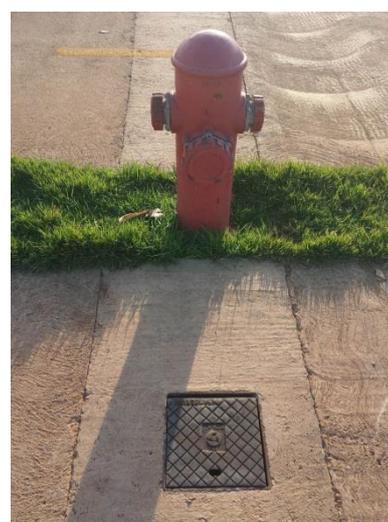


Figura 11 – Hidrante HAVAN
(Fonte: Autora)

O mesmo mapa da Figura 5 foi transferido para o AutoCad no intuito de facilitar a visualização da locação dos hidrantes na cidade, com as devidas alterações. Os pontos azuis da Figura 12 são hidrantes existentes, e os vermelhos são previstos.

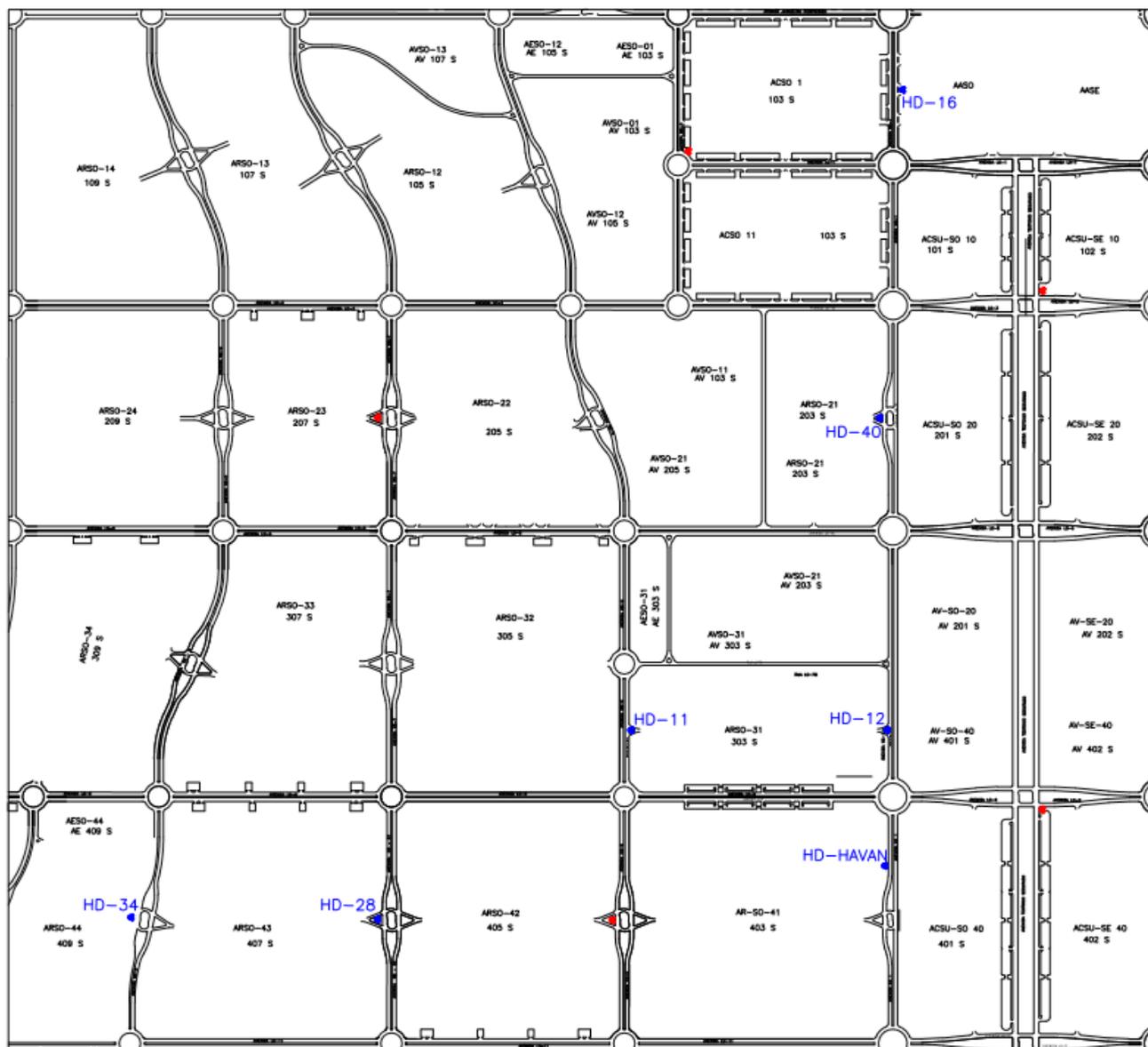


Figura 13 – Hidrantes existentes numerados nas imediações das quadras 303 a 205 Sul
(Fonte: Plano diretor- modificado pela autora)

4.3. Rede de distribuição

Foi disponibilizada também a rede de distribuição de água dos hidrantes, Figura 14, da Odebrecht Ambiental Saneatins para a área de estudo. A tubulação é ligada na mesma rede de consumo da população. É possível verificar nas imediações tubos que variam de 100 mm a 300 mm.

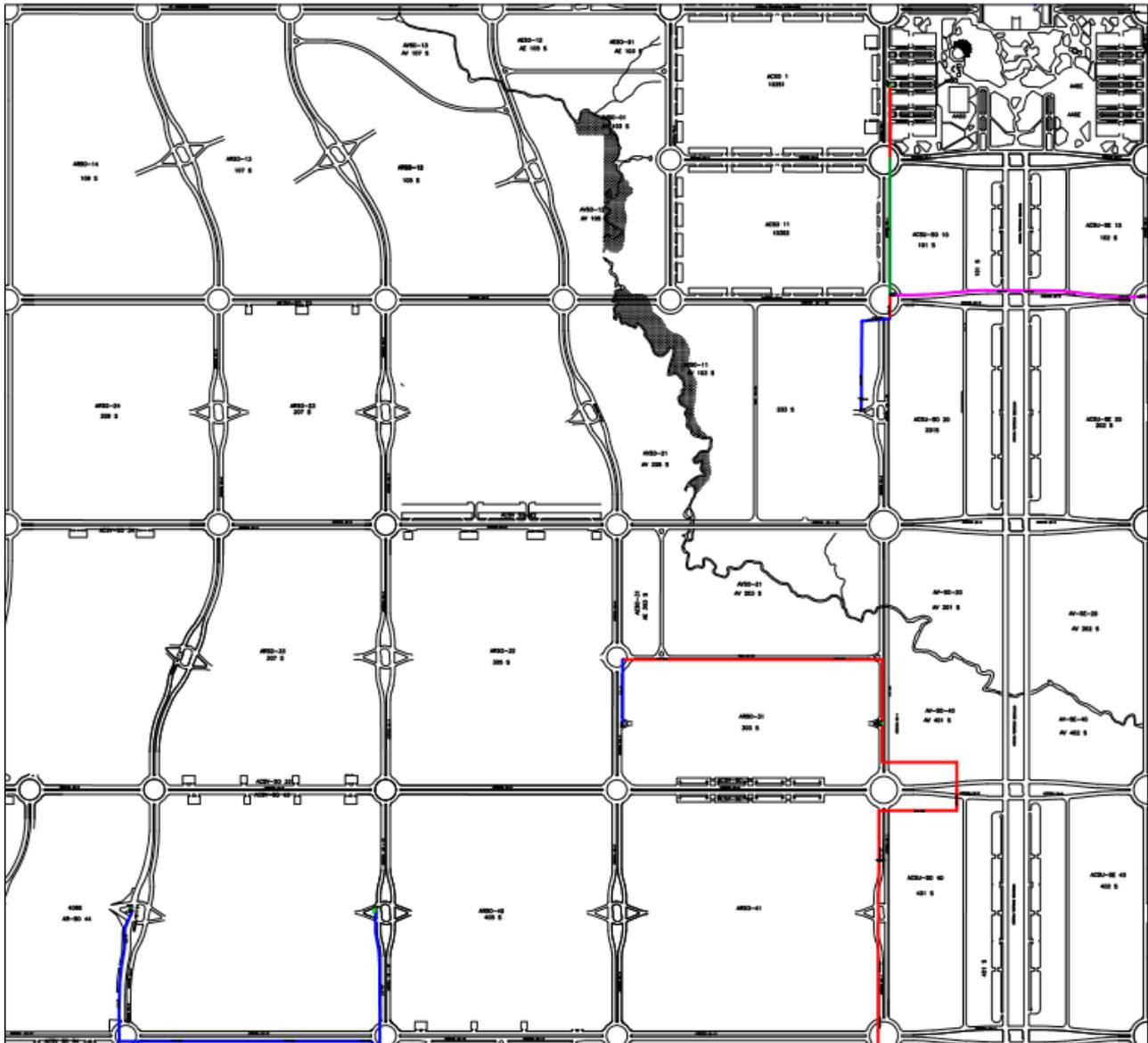


Figura 14 – Rede de distribuição de água (Fonte: Odebrecht Ambiental Sanearins)

LEGENDA

	REDE Ø 100 mm PVC		REDE Ø 250 mm PVC
	REDE Ø 150 mm DEFoFo		REDE Ø 300 mm DEFoFo
	REDE Ø 200 mm DEFoFo		

No programa AutoCAD a visualização dos diâmetros dos tubos dos hidrantes da Figura 4 ficou mais próxima. Com isso, elaborou-se a Tabela 1, composta pelo resultado dessas dimensões em cada ponto.

HIDRANTE	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO	RESULTADO
HD-11	150 mm	APROVADO
HD-12	100 mm	APROVADO
HD-28	100 mm	APROVADO
HD-34	100 mm	APROVADO
HD-40	150 mm	APROVADO
HD-HAVAN	100 mm	APROVADO

Tabela 1 – Diâmetros da tubulação

A Norma Técnica Nº30 (2010) regulamenta tubulações que atendem os hidrantes de no mínimo 100mm de diâmetro, para cidades maiores do que 100.000 habitantes.

Observa-se no mapa de Rede de distribuição de água da Odebrecht Ambiental Saneatins, que os tubos que estão chegando aos hidrantes públicos são superiores ou iguais a 100mm, estando então de acordo com a norma.

4.4. Cálculo de hidrantes

Utilizando-se das equações recomendadas por PORTUGAL, A.C.X et al (2012), é possível chegar a uma quantidade de hidrantes necessárias para a área estudada. Esse cálculo é importante para que possa ser realizado o comparativo entre o existente/previsto e o real.

$$l) \quad am = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$am = \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4}$$

$$am = 1,13km^2$$

$$II) \quad Nh = \frac{At}{am}$$

$$Nh = \frac{3.17}{1,13}$$

$$Nh = 2,80 \pm 3 \text{ hidrantes}$$

Onde:

am: área mínima atendida por cada hidrante em km²

r: raio de ação, nesse caso 0,6km

Nh: número mínimo de hidrantes

At: área total a ser atendida em km²

Conforme apresentado na Figura 5, a área analisada é composta por 3 hidrantes já instalados. Sendo assim, a quantia mínima estabelecida pela equação de PORTUGAL, A.C.X et al (2012) é atendida. No entanto, faz-se necessário verificar os raios de ação desses pontos, para observar se a locação também atende.

4.5. Raio de ação

Após a locação dos hidrantes no AutoCad, fez-se necessário criar círculos no centro de cada um dos pontos, com raio de 600m. Os raios das Figuras 15 e 16 correspondem à área atendida por cada unidade, conforme exigido pela NT 30 (2010).

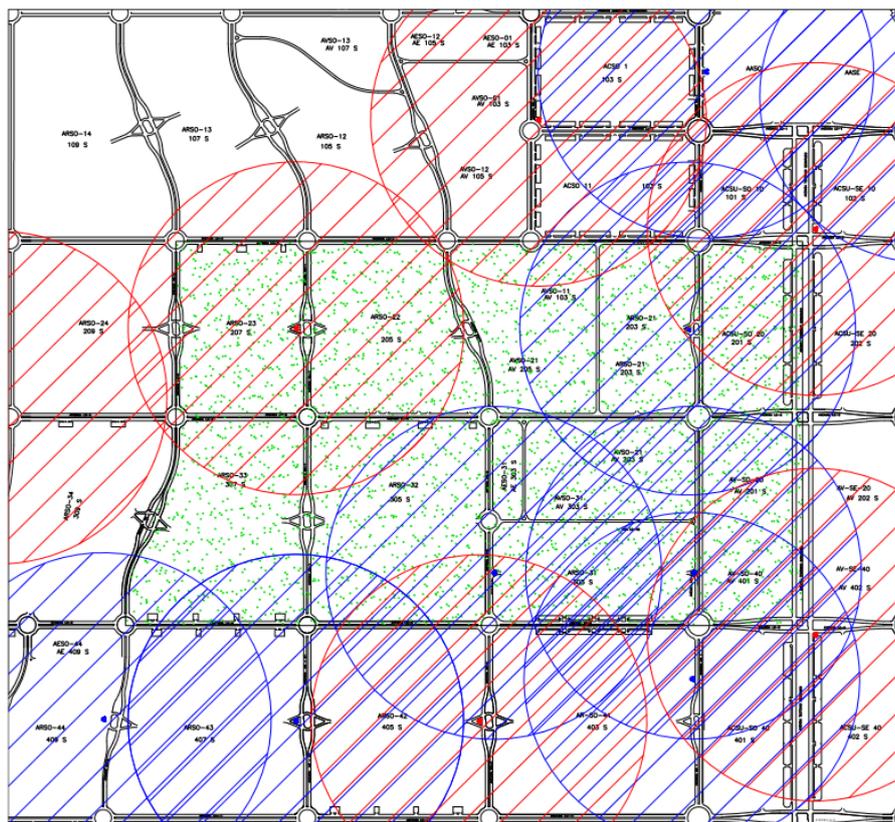


Figura 16 – Raios de ação dos hidrantes existentes e previstos (Fonte: criado pela autora)

Após análise da figura 16, é possível constatar a existência de 3 hidrantes instalados, e 1 previsto para as quadras trabalhadas. Comparando esse resultado com o valor encontrado nas equações de PORTUGAL, A.C.X et al (2012), a quantia existente satisfaz.

No entanto, observa-se que nem toda área está sendo atendida. Apesar de a quantidade de pontos estar correta, foram locados mais nas extremidades, atendendo quadras vizinhas. Mesmo com o hidrante previsto para ser instalado, a área ainda ficaria vulnerável. Com isso, verifica-se que não atende a NBR 12.218/94.

A partir da análise dos resultados, verifica-se a necessidade de mais pontos públicos de combate á incêndios nas quadras estudadas. Com o intuito de não alterar os pontos já existentes, sugere-se que o número seja aumentado.

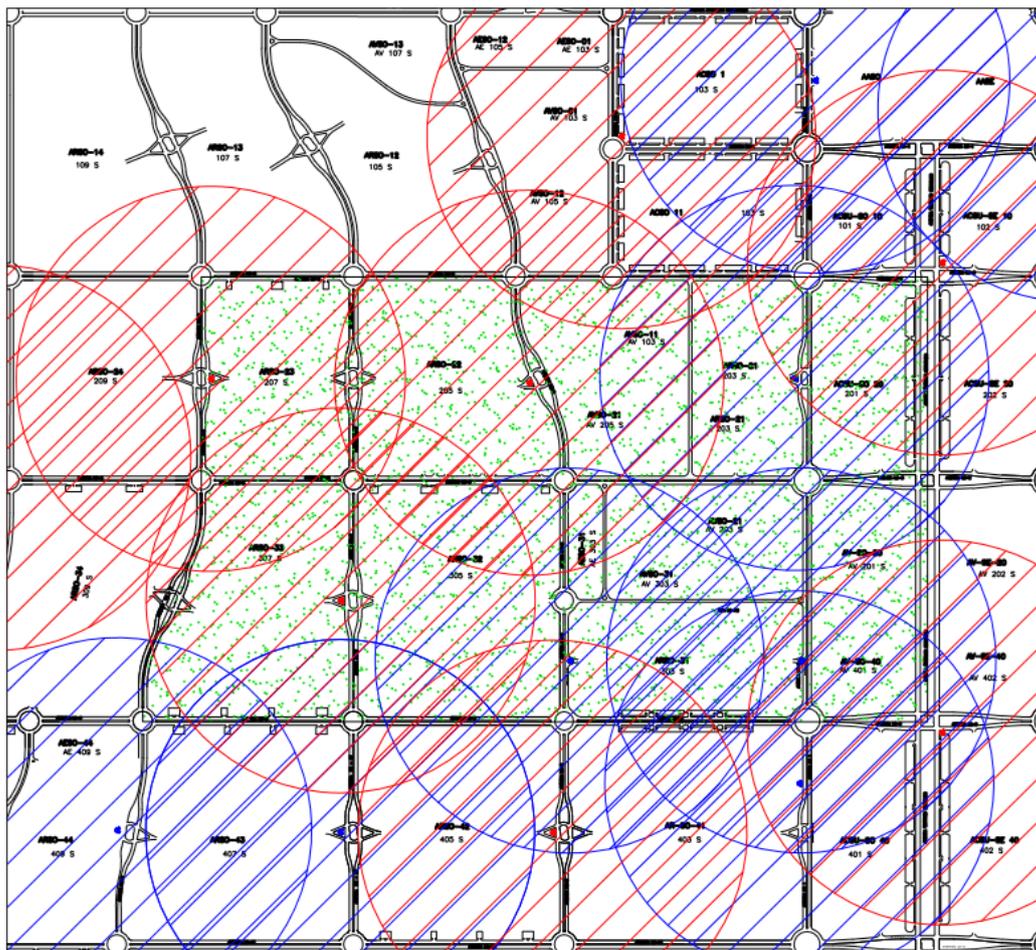


Figura 17 – Raios de ação dos hidrantes existentes, previstos e sugeridos (Fonte: criado pela autora)

Antes era previsto somente um ponto. De acordo com a sugestão de melhoria, ele foi modificado na Figura 17, para ficar locado na entrada oeste da quadra 207 Sul. Acrescentou-se mais dois pontos, um na entrada leste da 307 Sul e outro na entrada leste da 205 Sul. Dessa forma, toda a área estudada é atendida e de satisfaz a exigência da NBR 12.218/94.

4.6. Testes de vazão e cálculo de pressão

Após consulta ao Corpo de Bombeiros Militar, e à Saneatins, concluiu-se que não havia sido realizado nenhum teste a fim de constatar a vazão e/ou pressão dos pontos de hidrantes públicos.

Diante desse fato, no dia 16 de outubro de 2015, com o auxílio dos militares disponibilizados pelo Major Coelho, percorreu-se todos os 6 pontos que atendem a área estudada, a fim de verificar a pressão. Segue descrito abaixo o procedimento realizado em cada um dos hidrantes.

Primeiramente retirou-se o tampão de uma das expedições laterais, utilizando-se a chave de hidrante, Figura 18. Acoplou-se então a mangueira de incêndios de 2½” na expedição de mesmo diâmetro. Com a chave “T” realizou-se a abertura do registro no máximo, permitindo a saída de água com a maior vazão possível. O reservatório de 250L foi posicionado abaixo perto da mangueira. Após alguns segundos jorrando água, começou a encher o reservatório conforme Figura 19.

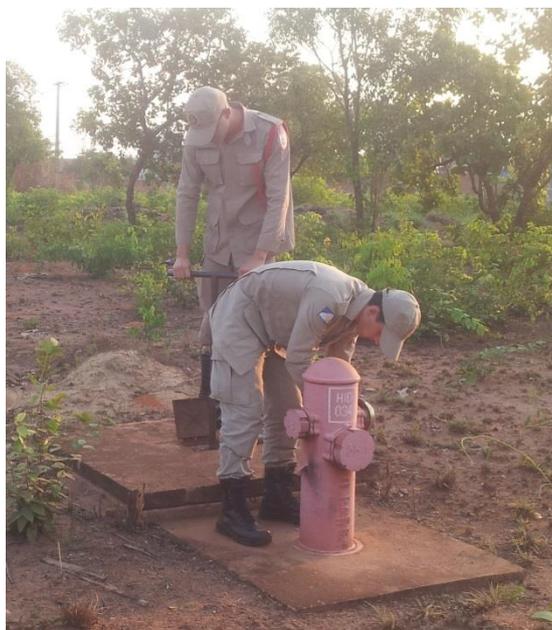


Figura 18 – Retirada do tampão e abertura do registro (Fonte: Autora)



Figura 19 – Enchimento do reservatório (Fonte: Autora)

Com o auxílio de um cronômetro verificou-se quanto tempo gastou para encher cada reservatório. Utilizando-se das fórmulas abaixo, calculou-se a vazão e pressão de cada um dos pontos, encontrando os valores da Tabela 2.

$$\text{I)} \quad Q = \frac{V}{t}$$

$$\text{II)} \quad P = \left(\frac{Q}{0,2046.d^2} \right)^2$$

Onde:

Q: vazão em m³/s (I); em L/min (II)

V: volume do reservatório – 250L

t: tempo gasto em segundos para encher o reservatório

P: pressão em m.c.a

d: diâmetro da mangueira de incêndio – 60,0mm

HIDRANTE	HORÁRIO DO TESTE	DIÂMETRO DA MANGUEIRA	VOLUME (m ³)	TEMPO P/ ENCHER (s)	VAZÃO (m ³ /s)	PRESSÃO (m.c.a)	RESULTADO
HD-11	16:41	2 1/2" / 60,0mm	0,25	15.96	0,016	1,699	REPROVADO
HD-12	16:33	2 1/2" / 60,0mm	0,25	12.12	0,021	2,926	REPROVADO
HD-28	17:16	2 1/2" / 60,0mm	0,25	17.45	0,014	1,3	REPROVADO
HD-34	17:25	2 1/2" / 60,0mm	0,25	20.28	0,012	0,955	REPROVADO
HD-40	16:51	2 1/2" / 60,0mm	0,25	10.91	0,023	3,51	REPROVADO
HD-HAVAN	16:17	2 1/2" / 60,0mm	0,25	38.88	0,006	0,239	REPROVADO

Tabela 2 – Resultados do teste (Fonte: Autora)

Pelo fato de nenhum dos pontos atenderem a vazão mínima exigida na Norma de 0,031m³/s, todos foram reprovados.

A normativa não exige pressão mínima, no entanto, jogando a vazão mínima na fórmula de pressão, encontra-se o valor de 6,584 m.c.a. Portanto nenhuma pressão também satisfaz.

De acordo com o Manual de Hidráulica e com a NBR12218, a pressão estática máxima e mínima da rede de distribuição devem ser, respectivamente, 50m.c.a e 10 m.c.a. Para atender essa especificação, a rede deve ser dividida em áreas de pressão. Dessa forma, para solucionar o problema de pressão da área estudada, será necessário recalcular toda a rede.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir dos dados obtidos é possível verificar que os pontos de hidrante da área estudada não atende às Normas Técnicas 17 e 30 do CBM-TO. No entanto, sabe-se que pelo fato de ter sido um método rudimentar para aferição dos resultados, sugere-se novos estudos, com equipamentos adequados.

A locação dos hidrantes atualmente não engloba toda a área, deixando espaços sem proteção. Não havia sido realizado nenhum teste de vazão e/ou pressão, contrariando a normativa que exige concede ao Corpo de Bombeiros Militar o dever de enviar à Concessionária local dos serviços de água e esgotos cópia do relatório com o resultado de avaliação de desempenho dos pontos instalados.

Os diâmetros da tubulação atendem corretamente o exigido. Da mesma forma, todos os pontos estão desobstruídos, de fácil visualização e uso, pintados conforme exigido na NT 30 (cor vermelha).

Dessa forma, para corrigir os problemas de vazão e locação, sugere-se que os responsáveis pelo sistema regularizem junto às Normas pertinentes. Posteriormente deve ser feito um novo estudo da área e do resto da cidade com o intuito de averiguar se realmente as correções foram realizadas, visto a importância de uma rede com um correto funcionamento para a população.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCA. **Incêndio de grandes proporções em Palmas**, 2012. Color. Disponível em: < <http://zonaderisco.blogspot.com.br/2012/04/incendio-de-grandes-proporcoes-em.html>>. Acesso em: 28 setembro. 2015.

ALVES, Evaristo O.. **Medição de Vazão - C & I**. [s. L.]: Smar Equipamentos Industriais, 2008. Color. Disponível em: <http://www.profibus.org.br/files/artigos/Artigo_Vazao_CI_2008.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2015.

ARNDT, Franciele. **DIMENSIONAMENTO DE UMA REDE DE HIDRANTES PARA UMA USINA HIDRELÉTRICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**. São José, 2008.

BRENTANO, T. **A PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO AO PROJETO DE EDIFICAÇÕES**. 1º ed. Porto Alegre: T Edições, 2007 [B].

BRAATZ, LUIZ. **PROPAGAÇÃO DO FOGO**. Porto Alegre, 2013.

BRAATZ, LUIZ. **TESTES EM HIDRANTES URBANOS DE INCÊNDIO**. Porto Alegre, 2014.

BRASIL. **LEI Nº 1.787, DE 15 DE MAIO DE 2007**. Publicado no Diário Oficial nº 2.407. Palmas, 2007.

BRUNETTI, Franco. **ESTÁTICA DOS FLUIDOS**. Cap.2 – TECNOLOGIA & DESENVOLVIMENTO. 2009.

FERNANDO, Daniel Augusto Gustavo et al. **SISTEMA FIXO DE COMBATE A INCÊNDIO**. Recife: Cesa – Centro de Estudos da Saúde, 2012.

FOLHA DE SÃO PAULO (Ed.). 28 e 29 de abril de 1976. Porto Alegre: Zero Hora, 1976. Disponível em: <<http://zonaderisco.blogspot.com.br/2015/01/lembranca-incendio-nas-lojas-renner.html>

>. Acesso em: 28 abr. 2015.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **TOCANTINS, PALMAS**. 2014. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=172100>>. Acesso em: 24 abr. 2015.

LOPES, Luís Cláudio Oliveira. **PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS E EXPLOSÕES – PARTE I**. Uberlândia: Ufu, 2005.

_____. **NBR 13714**: sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 5667**: hidrantes urbanos de incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 12218/94**: projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

NETTO, José M de Azevedo. **Hidrantes Públicos**. Vol. 45, Nº143. Rio de Janeiro: Revista Dae, 1985.

_____. **NORMA TÉCNICA Nº16:** sistemas de proteção por extintores de incêndio. Corpo de Bombeiros do Estado do Tocantins. Palmas, 2010.

_____. **NORMA TÉCNICA Nº17:** sistemas de hidrantes para combate a incêndio. Corpo de Bombeiros do Estado do Tocantins. Palmas, 2010.

_____. **NORMA TÉCNICA Nº30:** hidrante público. Corpo de Bombeiros do Estado do Tocantins. Palmas, 2010.

ONO, Rosaria. **REDE DE HIDRANTES URBANOS PARA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM ÁREAS URBANAS – A SITUAÇÃO ATUAL E SEU APRIMORAMENTO.** NUTAU'2000 – TECNOLOGIA & DESENVOLVIMENTO. São Paulo, 2000.

POLITO, Mj. BM. **DIRETORIA GERAL DE SERVIÇOS TÉCNICOS CEPREVI - 2012.** SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. RIO DE JANEIRO. 2012.

PORTUGAL, A.C et al. **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA REDE DE HIDRANTES URBANOS DE INCÊNDIO EXISTENTE EM CAMPO GRANDE-MS.** Campo Grande: Revista de Ciências Exatas e da Terra Unigran, 2012.

PRADO, Felipe Miranda. **A RELEVÂNCIA DOS HIDRANTES PÚBLICOS NO AUXÍLIO AO COMBATE DE INCÊNDIO.** Curso de Formação de Soldados. Biblioteca CEBM/SC, Florianópolis, 2012.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda J.. **Mecânica dos Fluidos**. São Paulo: Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia, [20--?]. Color. Disponível em: <<http://www.engbrasil.eng.br/pp/mf/aula8.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2015.

SÉRGIO SIMÕES. Secretário Estadual de Defesa Civil e Comandante-geral do Corpo de Bombeiros do Rio de Janeiro. **Incêndio no Rio**. Rio de Janeiro: Uol, 2013. Color. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2013/03/05/comandante-reconhece-problema-em-hidrante-mas-diz-que-nao-faltou-agua-para-combater-incendio-no-rio.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2015.