



AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA UTILIZANDO MODELAGEM HIDRÁULICA PARA ATENDIMENTO DE NOVOS EMPREENDIMENTOS DA REGIÃO SUL DE PALMAS-TO

RESUMO

Todos os empreendimentos imobiliários dentro da área urbana de Palmas - TO devem ser entregues à operação da concessionária dos sistemas de saneamento. Contudo, a execução dos sistemas de saneamento dentro desses empreendimentos, mesmo sendo de responsabilidade do empreendedor, deve ser orientada pela Análise de Viabilidade Técnica. Esse documento é emitido pela concessionária, e contém todas as orientações, principalmente a forma de interligação. Nesse contexto, definir a forma de atendimento de um loteamento demanda uma análise profunda, e alinhada com as previsões de investimentos programadas para a cidade. Dessa forma, a modelagem hidráulica surge como uma alternativa viável para ser utilizada como fonte de informações. O objetivo desse trabalho foi testar a aplicação da modelagem hidráulica para avaliar a forma de atendimento de novos empreendimentos construídos em Palmas – TO. Esses empreendimentos foram levantados junto à concessionária, avaliando todos os pedidos dos últimos 5 anos. Foram selecionados 13 loteamentos residenciais urbanos de variadas dimensões. Foi feito um estudo populacional levando em consideração o crescimento da região e o limite de saturação das áreas urbanas já interligadas na Rede de Distribuição de Água. Com base nisso foi feita uma divisão ponderada do crescimento esperado para os loteamentos, e assim a população total de cada um foi encontrada, bem como foi relacionado ao ritmo de crescimento. Após essa avaliação populacional calculou-se as vazões de contribuição para os anos de 2018, 2023, 2028 e 2032, sendo esse ano limite atribuído por ser o último ano de concessão do contrato atual. Os resultados demonstraram que é viável tecnicamente e seguro utilizar a modelagem hidráulica para esse fim.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem hidráulica, análise de viabilidade, loteamentos urbanos.

INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) são infraestruturas comuns e essenciais aos núcleos populacionais urbanos, cuja principal função é oferecer aos habitantes, água com quantidade e qualidade satisfatórias. Com o passar dos anos é comum a perda de capacidade advinda de deteriorações, aumento de rugosidade das tubulações, vazamentos e componentes hidráulicos deteriorados (MARTINS et al, 2006).

Para o SAA, por exemplo, o funcionamento deve garantir, de forma confiável, que a demanda de consumo seja atendida com os valores de pressão necessários. Isto é de fundamental importância para que seja garantida a qualidade da água, visto que um sistema que não esteja adequadamente pressurizado é suscetível à contaminação da água tratada que está sendo distribuída. Nesse sentido foram desenvolvidas diversas ferramentas para simular o comportamento desses sistemas por meio de modelos hidráulicos (DIUANA; OGAWA, 2015).

A utilização desses modelos hidráulicos tem se tornado comum no setor de abastecimento de água, e, com menos frequência, na coleta de esgoto. Através de simulações computacionais é possível prever o comportamento hidráulico e da qualidade da água, produzindo respostas a cenários diversos que podem ser utilizados como base na tomada de decisões referentes a investimentos que melhorem a operação dos sistemas (SALVINO, 2012).

O uso dessas simulações tem sido focado, principalmente, para a redução de perdas, por meio da identificação dos trechos críticos, servindo como peça chave no direcionamento de investimentos na rede. Felizmente, além de modelar o sistema implantado, pode ser feita a formulação de cenários diversos, com objetivo de prever o comportamento dos sistemas com base em previsões da demanda e ampliação.

No processo de implantação de novos empreendimentos/loteamentos/residenciais o responsável deve entrar em contato formalmente com a empresa concedente solicitando uma Análise de Viabilidade Técnica para atendimento com água e rede coletora de esgoto. Nesse processo, a concessionária será a responsável por determinar a forma de atendimento e, se for o caso, determinar os pontos de interligação com as redes existentes. Torna-se essencialmente útil, para esse fim, simular a rede com essas novas demandas, de forma a estabelecer com base em dados confiáveis e com exatidão se será possível ou não fornecer o serviço (BRK AMBIENTAL, 2017).



Há uma grande dificuldade técnica para obter essas informações com precisão, para determinar o ponto de interligação da rede de abastecimento, por exemplo, é necessário garantir que a pressão disponível atenda às normas. Diante do que foi dito, fica evidenciado a necessidade do aprimoramento das técnicas e metodologias que são utilizadas pelas concessionárias para Avaliação de Viabilidade Técnica. E, a simulação hidráulica, por meio de modelagem, mostra-se uma alternativa viável e segura por ser a melhor forma de representar os sistemas de saneamento.

As técnicas de modelagem podem ser aplicadas em todo o sistema de abastecimento, contudo, informações a respeito da produção ou tratamento, por exemplo, podem ser obtidos com medição direta, tendo em vista que a escala de estudo é bem menor. Por outro lado, a rede de distribuição é a que mais agrupa incertezas quanto à demanda, vazamentos, obstruções e o estado dos equipamentos e acessórios. A rede também é um dos componentes mais sensíveis do sistema, sinistros podem significar o desabastecimento de uma zona inteira (SALVINO, 2012).

Uma das características fundamentais dos modelos de simulação e análises é a presença do variável tempo. O objetivo do modelo não se restringe apenas a obter os valores das grandezas hidráulicas e sim determinar a variação destas grandezas ao longo do tempo (vazão nos trechos, pressão nos nós, níveis nos reservatórios etc). Em função da variável tempo, os modelos podem representar os sistemas de forma estática ou dinâmica. Os modelos estáticos objetivam determinar os valores das variáveis do sistema para uma determinada condição (cenário) de operação. Já nos modelos dinâmicos, as grandezas hidráulicas variam ao longo do tempo, em função de variações temporais dos consumos de água nos nós da rede (GOMES, 2009 apud CUNHA; PINTO, 2014).

A modelagem de sistemas de abastecimento de água permaneceu, até muito recentemente, no domínio das técnicas empregadas quase que de forma exclusiva por acadêmicos, para a exploração de problemas teóricos ou aplicações experimentais. A sua utilização efetiva por prestadores de serviços de saneamento tem sido reduzida ou inexistente, descontando o seu uso na verificação muitas vezes apenas formal de soluções de projeto, sem aplicações operacionais (CUNHA; PINTO, 2014).

Os Simuladores Hidráulicos são ferramentas computacionais capazes de reproduzir modelos de sistemas de qualidade, transporte e distribuição de água, também são utilizados para fins de planejamento, projeto e diagnóstico do funcionamento dos sistemas de distribuição de água. O desenvolvimento confiável de modelos de simulação é bastante complexo uma vez que, são empregadas equações hidráulicas e algoritmos computacionais (SALVINO, 2009).

Existem diversas aplicações destinadas a simulação hidráulica como, por exemplo, *WaterCAD/WaterGEMS* da *Haestad Methods*, que em agosto de 2004, fundiu-se a *Bentley Systems*, e o *EPANET* da *U.S. Environmental Protection Agency*. Ambos oferecem aos profissionais de saneamento agilidade na execução dos modelos e análises com maior nível de detalhamento.

Para que os modelos sejam úteis, é necessário que representem a realidade com um nível de exatidão aceitável ao objetivo para o qual serão utilizados. Portanto, a calibração de modelos é uma tarefa necessária. Técnicas de calibração têm sido desenvolvidas com o objetivo de minimizar os desvios entre os valores de vazões e cargas de pressão produzidos através da simulação e os respectivos valores observados em campo. A minimização do erro é feita ajustando parâmetros físicos incertos do modelo, como por exemplo, os coeficientes de rugosidade das tubulações (ABE, 2014).

A metodologia de calibração deve ser profundamente estudada de modo a permitir um processo pragmático e eficaz. Um modelo calibrado, ou seja, que traduz com margens de erro aceitáveis a realidade, permite um estudo da rede que apresenta diversas vantagens não só para as entidades gestoras, mas também para os consumidores: redução dos custos da distribuição de água (melhores e mais rentáveis funcionamentos dos equipamentos, redução dos volumes de perdas e reparações de roturas mais rápidas e eficazes), monitorização em tempo real de parâmetros, como os níveis de água em reservatórios e as pressões ao longo da rede, e conhecimento da qualidade da água distribuída e consumida (GAMEIRO, 2014).

Neste trabalho será utilizado a modelagem hidráulica da Região Sul de Palmas-TO para compor os cenários com novos empreendimentos. Será levado em consideração o crescimento populacional acentuado que a cidade enfrenta, de forma que seja incluído nas simulações, e tenha peso na tomada de decisão.



OBJETIVOS

Propor uma metodologia para Análise de Viabilidade Técnica no atendimento de novos empreendimentos, visando simular o acréscimo de demanda gerado no Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Palmas - TO. Desse objetivo geral gerou-se os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar, do ponto de vista da demanda atual, a condição do Sistema de Abastecimento de Água implantado;
- Apontar o aumento de demanda derivada do crescimento vegetativo da cidade;
- Construir cenários ao longo dos anos até 2032, a partir do levantamento de informações sobre os pedidos de atendimento de novos empreendimentos somados ao crescimento vegetativo, levando em consideração os investimentos previstos para a área de estudo;
- Comparar os diferentes resultados obtidos a partir de softwares especializados na modelagem hidráulica;
- Identificar os pontos que poderão apresentar dificuldades operacionais para o final de plano;

METODOLOGIA

A área de estudo selecionada não compreende toda a região urbana de Palmas, o foco deste trabalho é apenas a região sul, para efeito de aplicação do método proposto já é suficiente. A Região Sul é composta pelos: Distrito Industrial; Setor Irmã Dulce; Jardins Aeroporto, América, Aurenly, Irenilda, Janaína, Laila, Paulista, Santa Helena, Sônia Regina, Vitória; Lago Sul; Nova Flamboyant; Maria Rosa; Morada do Sol; Palmas Sul; Bertaville; Santa Fé; Sol Nascente; Taquaralto; Taquari e União Sul, conforme figura 01.



Figura 01: Área urbana da Região Sul de Palmas – TO

Fonte: Elaborado pelos autores

A proposta é utilizar um modelo existente e calibrado para demonstração do método, para os objetivos propostos isso já se demonstra suficiente. O modelo da Região Sul encontra-se em formato compatível com o *software* WaterCAD/WaterGEMS. Para realização das simulações será utilizada uma licença *Student* fornecida pela própria *Bentley*.

Foi feito um levantamento de todas as viabilidades dos últimos cinco anos, e posteriormente foi verificado o comportamento do sistema, tomando como ponto inicial a interligação desse empreendimento ao sistema atual. No levantamento das viabilidades foram coletadas diversas informações, dentre elas: localização, topografia, número de lotes residenciais e comerciais previstos, população prevista, urbanístico e se pertence à programas governamentais de casas populares.



Foi levado em consideração dois tipos de análises: dinâmica e outra estática. A análise estática foi feita com base na capacidade dos sistemas, de forma que será admitido uma vazão máxima, levando em conta o índice de perdas. Com relação ao SAA, as vazões máximas dos empreendimentos serão obtidas com base na equação 1.

$$Q_{\text{máx.saa}} = \frac{N^{\circ} \times P_{\text{pp}} \times Q_{\text{pp}} \times k_1 \times k_2}{86400 \times (1 - P)} \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

- $Q_{\text{máx.saa}}$ → Vazão máxima consumida pelos empreendimentos
- N° → Número de lotes
- P_{pp} → População per capita
- Q_{pp} → Vazão per capita
- P → Índice de perdas

O levantamento dos pedidos de viabilidade foi solicitado junto a empresa que detém a concessão da cidade. As demandas de vazões foram calculadas conforme equação 01. Já o levantamento dos possíveis pontos de interligação consistiu em fazer uma análise do cadastro técnico do SAA, de forma a identificar quais seriam os pontos mais próximos do empreendimento com diâmetro adequado para interligação. O passo seguinte foi a realização da simulação, estática ou dinâmica, e a visualização dos resultados.

Com todos os pedidos de viabilidade em mãos, foi verificada a vazão de demanda sobre o SAA. Contudo, a ocupação desses empreendimentos, excluídos os que são do Programa Minha Casa Minha Vida, acontece de maneira gradual. Portanto, prever a taxa de ocupação desses empreendimentos é uma tarefa que exige a adoção de valores estimados.

Para compor essa estimativa, utilizou-se de um estudo do crescimento do número de ligações dos loteamentos com base no ritmo de crescimento da região, para então ser adotada uma taxa de crescimento máxima. Sabe-se que este pode ser influenciado por diversos fatores, como, por exemplo, a situação econômica do país.

RESULTADOS

No período de estudo foram considerados os anos de 2018, 2017, 2016, 2015 e 2014. Os empreendimentos de pequeno porte, com menos de 50 unidades habitacionais, não fizeram parte desse estudo. Apesar do grande número de empreendimentos com solicitação de atendimento em todos os anos, muitos se repetiram, ou seja, em vários anos foram encontrados os mesmos pedidos ou revisões. Fato explicado pela durabilidade da AVT, que é de apenas 1 (um) ano, mas também pela tentativa de viabilizar o empreendimento, visto que, em alguns pedidos, as obras necessárias podem tornar o empreendimento inviável. A Tabela 01 traz um resumo dos loteamentos que foram utilizados para testar a metodologia proposta, vale ressaltar que todos foram identificados apenas por códigos criados pelos autores.

Tabela 01: Levantamento dos loteamentos residenciais considerados no estudo

ANO	CÓDIGO	Nº LOTES	POP. ¹	ÁREA _{HM} ²	ÁREA _{APM} ³
2018	A	1530	6160	-	41024,71
	B	529	2400	-	13248,87
2017	C	822	3834	13080	34166,75
	D	876	3985	13080	38541,65
	E	160	640	-	-
2016	F	2077	6900	-	-
	G	744	6377	13900	16518,42
	H	113	452	-	-
2015	I	1774	7096	-	49256,16
	J	54	-	-	-
2014	K	1546	6300	49147,06	57170,75
	L	1389	5906	-	-
	M	1389	5906	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores.



Ao todo foram levantados 13 (treze) empreendimentos, conforme descrito na Tabela 01, desses, o maior, pelo menos em número de lotes, teve 2077 lotes residenciais. O menor empreendimento tem 54 unidades. Ao todo, somam-se 13488 lotes residenciais unifamiliares, 89207,06 m² de áreas destinadas a habitações multifamiliares e 261827,31 m² de áreas de públicas municipais.

Todos os empreendimentos levantados tratam-se de loteamentos residenciais, demonstrando a característica de crescimento horizontal da Região Sul. Com relação a localização, em sua grande maioria, estão nas periferias da área urbana existente, conforme figura 02.

A cidade de Palmas é dividida entre dois nichos de crescimento urbano, uma vez que se entende que a área de estudo tem um crescimento urbano distinto em cada um dos setores e, portanto, não seria possível analisá-los e realizar um diagnóstico dirigido aos cenários de crescimento urbano identificando-os homogeneamente, são eles:

- Setor Palmas Norte: área correspondente à cidade planejada pelo Plano Piloto Original, com a presença de infraestrutura e das quadras com macro e micro parcelamentos, onde localiza-se uma maior diversidade de uso e ocupação do solo (JUAN; CASSEB; TERRAZA, [sd]).
- Setor Palmas Sul: localizam os bairros de Taquaralto e Aurenys, com crescimento populacional mais intenso e maior descontrole do crescimento da mancha urbana, principalmente com vetor a leste da rodovia TO-010 (JUAN; CASSEB; TERRAZA, [sd]).

Houve a necessidade de fixar um ano base para interligação de um empreendimento, visto que foi preciso estimar quando esse novo empreendimento se interligará aos sistemas existentes. Segundo o Manual do Empreendedor (BRK AMBIENTAL, 2017), a análise de viabilidade técnica tem validade de 1 ano, prazo destinado a apresentação dos projetos, contando uma média de 1 ano para conclusão das obras (adotado). Tem-se, pelo menos 2 anos para a obra ser interligada, e dessa forma, o ano inicial para simulação é partir de 2 anos da data de entrada com o pedido de Análise de Viabilidade.

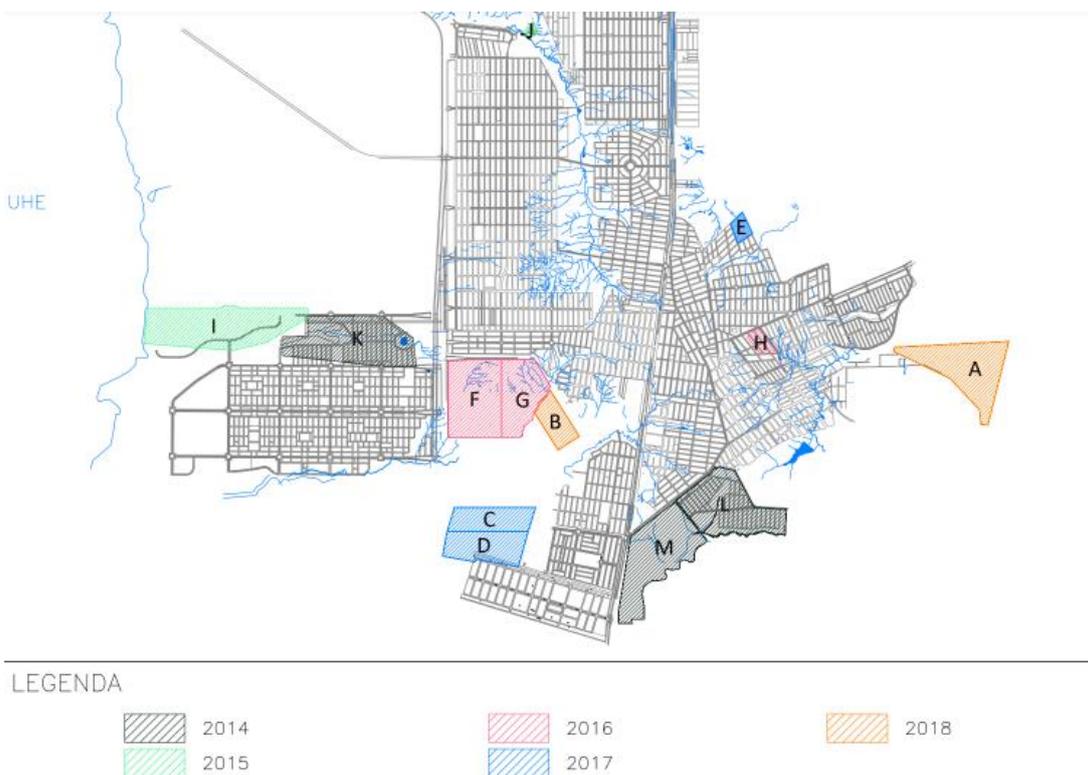


Figura 02: Localização dos empreendimentos levantados.

Fonte: Elaborado pelos autores

Para determinar qual será a população no ano de 2032 de cada empreendimento, foi feito um estudo a partir do número de ligações ativas e inativas existentes na Região Sul. Tanto as ligações ativas, quanto as inativas, obviamente, fazem parte e empreendimentos já executados e interligados. A partir da população residente, foi



estimado quanto da população é possível atender com as ligações atuais, logo o excedente será de novos empreendimentos.

Tabela 01: Estudo populacional dos loteamentos.

Ano	2014			2015		2016			2017			2018	
	POP. K	POP. L	POP. M	POP. I	POP. J	POP. F	POP. G	POP. H	POP. C	POP. D	POP. E	POP. A	POP. B
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	370	282	282	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	574	437	437	525	14	-	-	-	-	-	-	-	-
18	637	485	485	583	15	587	524	38	-	-	-	-	-
19	786	598	598	718	19	724	646	46	395	424	65	-	-
20	930	708	708	851	22	858	765	55	467	502	77	739	288
21	1206	918	918	1103	28	1112	991	71	606	650	100	957	373
22	1494	1137	1137	1366	35	1377	1228	88	750	806	124	1186	462
23	1793	1365	1365	1639	42	1653	1473	105	900	966	148	1423	555
24	2099	1598	1598	1920	49	1935	1725	123	1054	1131	174	1666	650
25	2411	1835	1835	2204	56	2222	1981	141	1210	1299	199	1914	746
26	2725	2074	2074	2492	63	2512	2239	159	1368	1469	225	2163	843
27	3040	2314	2314	2780	71	2802	2498	178	1526	1639	251	2413	941
28	3354	2553	2553	3067	78	3091	2756	196	1684	1808	277	2662	1038
29	3663	2788	2788	3350	85	3377	3011	214	1839	1974	303	2908	1133
30	3967	3019	3019	3628	92	3657	3260	232	1991	2138	328	3149	1227
31	4262	3244	3244	3898	99	3929	3503	249	2140	2297	352	3383	1319
32	4547	3461	3461	4158	105	4192	3737	265	2283	2451	375	3610	1407
36	6984	5316	5316										
37				6387	162								
38						6438	5740	430					
39									3506	3973	608		
40												5852	2280

Fonte: Elaborado pelos autores

O intuito de calcular as estimativas de vazão para as regiões já urbanizadas se faz necessário, já que, como mostrado, o adensamento desses locais é natural. Portanto, para chegar a esse dado, foi considerado as estimativas de população obtidas. Nesse cálculo foi utilizado uma vazão per capita de 150 L/s.dia, embora seja clara a ideia que esse valor tem variações geográficas, e sazonais.

Com relação as perdas, o Sistema de Abastecimento de Água de Palmas, apresentou um índice de perdas totais, considerando a média dos anos de 2016 e 2017, de 40,4%. Contudo, deverá ser adotado como meta, em até 20 anos, um índice de perdas de 20%, conforme indicação do Plano Municipal de Saneamento Básico (2017). Dessa forma, a aplicação dos valores de população, per capita e perdas, obteve-se os dados de vazão demonstrados na Tabela 02.

Tabela 02: Dados da vazão estimadas de demanda água

ANO	POP	Perdas (%)	Q _{MÍN} (m ³)	Q _{MED} (m ³)	Q _{MÁX.d} (m ³)	Q _{MÁX.h} (m ³)
2012	86854	40,4	126,51	253,01	303,62	455,43
2013	89338	40,4	130,12	260,24	312,29	468,44
2014	91893	40,4	133,84	267,68	321,22	481,83
2015	94521	40,4	137,67	275,34	330,41	495,62
2016	97224	40,4	141,61	283,21	339,86	509,79
2017	100005	40,4	145,66	291,31	349,58	524,37
2018	102865	39	146,39	292,77	351,33	527



ANO	POP	Perdas (%)	Q _{MÍN} (m ³)	Q _{MED} (m ³)	Q _{MÁX.d} (m ³)	Q _{MÁX.h} (m ³)
2019	105807	38	148,14	296,28	355,54	533,31
2020	108833	37	149,96	299,92	359,91	539,87
2021	111789	36	151,63	303,25	363,9	545,85
2022	114673	35	153,15	306,29	367,55	551,33
2023	117483	34	154,52	309,04	370,85	556,28
2024	120218	33	155,76	311,52	373,83	560,75
2025	122875	32	156,86	313,72	376,47	564,71
2026	125455	31	157,83	315,66	378,8	568,2
2027	127957	30	158,68	317,36	380,84	571,26
2028	130380	29	159,41	318,81	382,58	573,87
2029	132725	28	160,02	320,04	384,05	576,08
2030	134992	27	160,53	321,05	385,26	577,89
2031	137182	26	160,93	321,85	386,22	579,33
2032	139295	25	161,23	322,45	386,94	580,41

Fonte: Elaborado pelos autores.

Se as metas de perdas forem cumpridas, mesmo com a saturação das ligações existentes, haverá uma redução no consumo de água. Fato facilmente visível, observando o primeiro e último valor de valor de vazão da 02. Cabe ressaltar que os valores de perda dos anos de 2012 a 2015 foram adotados igualmente ao de 2016 e 2017 por falta de informações específicas desses anos.

Com relação aos cenários, tem-se que o cenário 1 para o ano de 2018, levando em consideração tanto a vazão consumida pela rede existente, bem como as vazões dos loteamentos que iniciaram a ocupação. Primeiro ponto foi verificar quais empreendimentos tiveram seu início no prazo estimado de 2 anos. A figura 03 mostra os empreendimentos encontrados, e que já estariam contribuindo para o consumo.

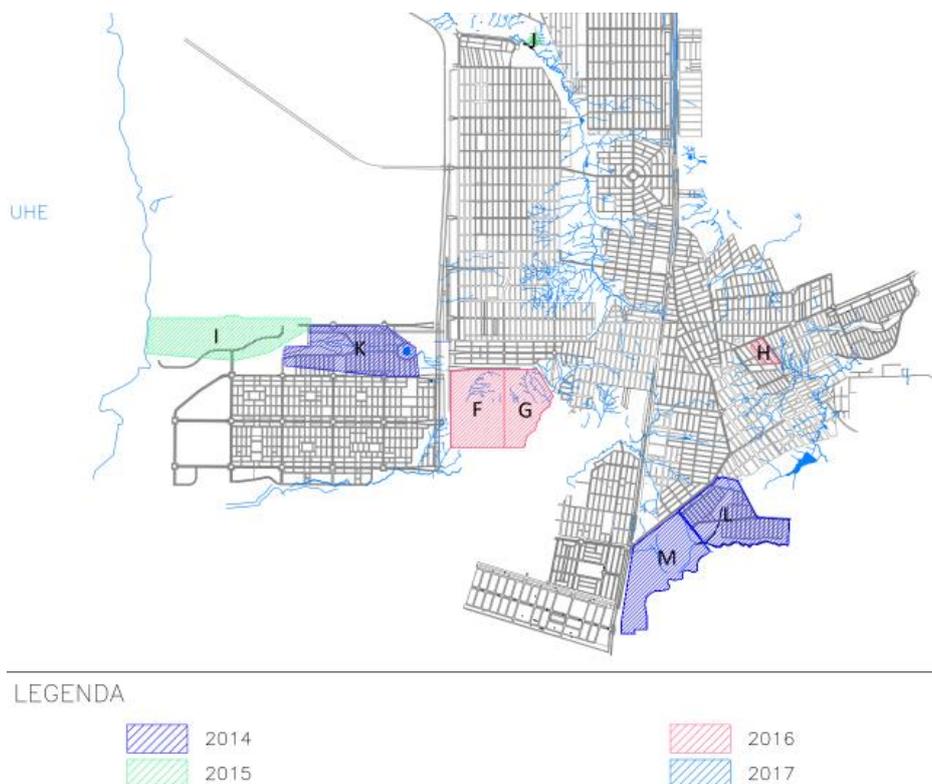


Figura 03: Loteamentos com início estimado em 2018

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base nas estimativas de consumo, tem-se os valores de vazões demandados por cada um desses empreendimentos. Tem-se também o consumo estimado para 2018, e com base nisso o cenário, no que diz respeito a vazão demanda está montado.



Na figura 03 encontram-se destacado os empreendimentos: F, G, H, I, J, K, L e M. Contudo, todos esses empreendimentos estão em fase inicial, demandando uma vazão baixa, mesmo os grandes empreendimentos. A figura 04 mostra os dados calculados para o ano de 2018.

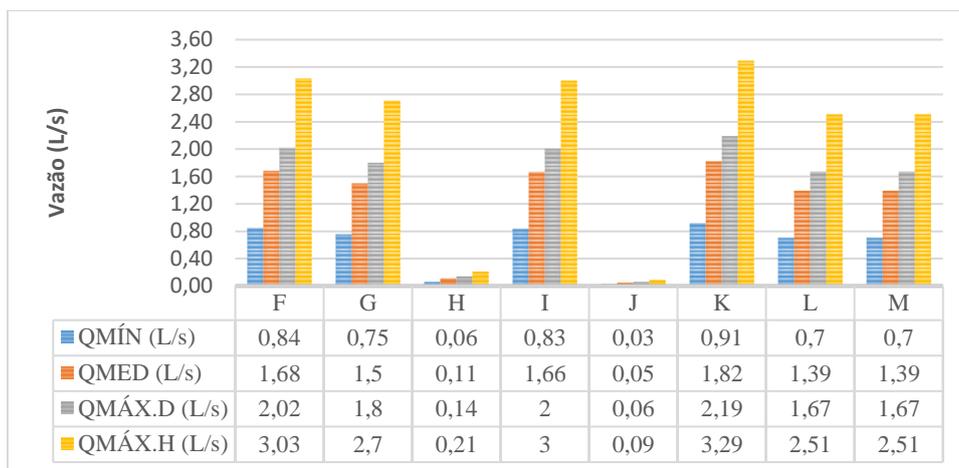


Figura 04: Dados de vazão para o cenário traçado para o ano de 2018

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base na 04 tem-se os valores de somatória de vazão dos loteamentos, sendo a vazão mínima de 4,82 L/s, a média de 9,6 L/s, a máxima diária de 11,55 L/s e máxima horária de 17,34 L/s. Compondo o cenário tem-se, também, a vazão consumida pelas ligações existentes, indicado na tabela 03.

Tabela 03: Estimativa de vazão consumida da Região Sul no ano de 2018

ANO	POP	Perdas (%)	QMÍN (L/s)	QMED (L/s)	QMÁX.D (L/s)	QMÁX.H (L/s)
2018	102865	39	146,39	292,77	351,33	527

Fonte: Elaborado pelos autores

No cenário 2, atribuído ao ano de 2023, todos os empreendimentos já estão, teoricamente, sendo ocupados. Por essa razão, todos já demandam uma certa quantidade de água. Os loteamentos de grande porte, já estão com vazões significativas, como exemplo o loteamento K tem vazão estimada em 8,51 L/s e o loteamento F já se apresenta com a magnitude de 7,83 L/s. Na contramão, o loteamento J demandada uma vazão de apenas 0,06 L/s. Essas disparidades se devem a dimensão de cada empreendimento, como também pela adoção de uma ocupação ponderada pela capacidade máxima de cada empreendimento. A figura 05 mostra claramente essas disparidades.

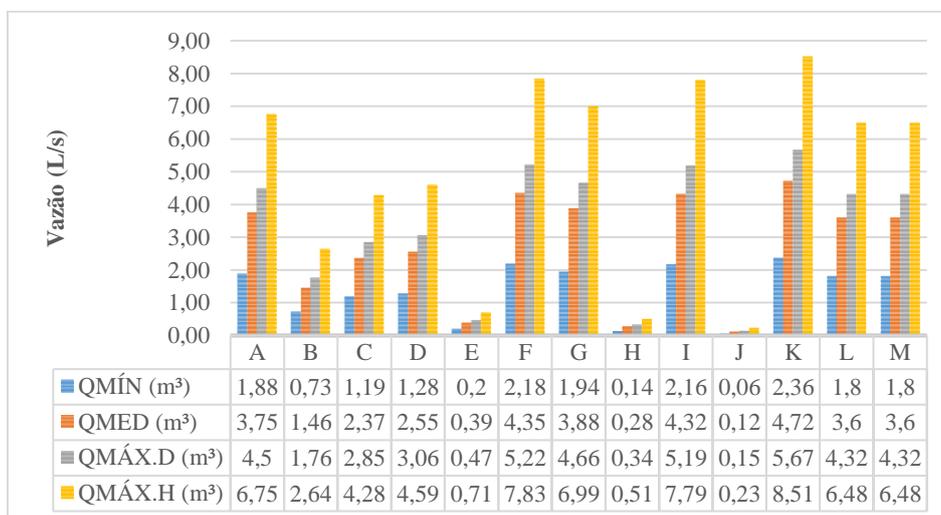


Figura 05: Dados de vazão para o cenário traçado para o ano de 2023

Fonte: Elaborado pelos autores



A população total atribuída aos empreendimentos para o ano de 2023, já chega em torno de 13000 habitantes, gerando uma vazão máxima horária de 63,79 L/s. Da mesma que no cenário 1, é preciso levar em consideração a taxa de crescimento das áreas urbanizadas. Por essa razão, foi construída a tabela 04, com os dados de vazão total atribuída a Região Sul de Palmas.

Tabela 04: Estimativa de vazão consumida da Região Sul no ano de 2018

ANO	POP	Perdas (%)	QMÍN (L/s)	QMED (L/s)	QMÁX.D (L/s)	QMÁX.H (L/s)
2023	117483	34	154,52	309,04	370,85	556,28

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação ao ano de 2018, o crescimento total foi de 5,56 L/s, sabendo-se ainda que o índice de perdas, caiu de 40,4% para 34%. Fato que ajuda a frear o crescimento de demanda nas redes de distribuição, sendo indispensável o comprimento de metas para validar essa pesquisa.

O cenário 3, para o ano de 2028, a vazão consumida já começa a ultrapassar 100 L/s, sendo bem preocupante o comportamento do sistema frente a essa vazão, conforme figura 06.

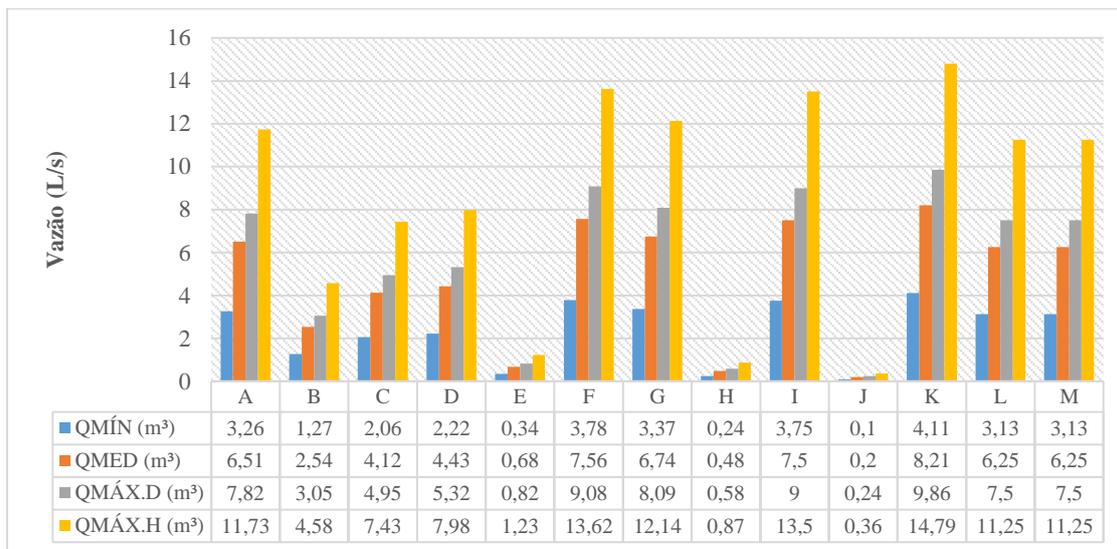


Figura 06: Dados de vazão para o cenário traçado para o ano de 2028

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao todo a população do cenário 3 é de mais de 25000 habitantes, com vazão consumida, se for considerado o empreendimento de maior dimensão, só o loteamento G é responsável por uma vazão demandada de 14,79 L/s. Juntamente, ao que foi disposto no gráfico da figura 06, entra a nova vazão da Região Sul para o ano de 2028, da tabela 05.

Tabela 05: Estimativa de vazão consumida da Região Sul no ano de 2028

ANO	POP	Perdas (%)	QMÍN (m³)	QMED (m³)	QMÁX.d (m³)	QMÁX.h (m³)
2028	130380	29	159,41	318,81	382,58	573,87

Fonte: Elaborado pelos autores

O ano de 2032 marca o fim do período de concessão dos sistemas de saneamento da BRK Ambiental. Por essa razão, é o pico de vazão registrado pelos empreendimentos dentro do que está sobre responsabilidade da empresa concedente, embora seja normal a concessão continuar com a mesma empresa.

Os picos de vazão associados aos empreendimentos chegam próximos aos 20 L/s, embora tenha empreendimentos com vazão abaixo de 0,5 L/s. Em se tratando de somatória, a vazão máxima horária chega a 145L/s, conforme a figura 07.

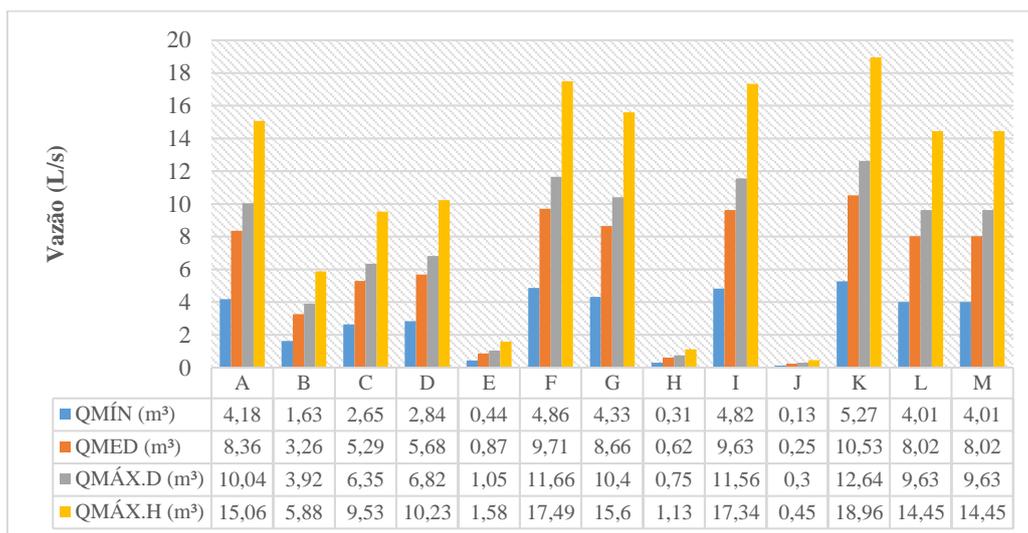


Figura 07: Dados de vazão para o cenário traçado para o ano de 2023

Fonte: Elaborado pelos autores

Também para fim de plano, as estruturas do SAA deverão atender tantos os empreendimentos novos, quantos as áreas antigas. No que se refere ao planejamento de investimentos, sabe-se que esses valores orientam as principais áreas de investimentos, bem como faz a previsão das dificuldades operacionais que podem ocorrer.

CONCLUSÃO

A modelagem hidráulica ganha cada vez mais destaque nos sistemas de saneamento, pois é a melhor maneira de uma representação computacional e dinâmica. Utilizar essa ferramenta para concessão de Análise de Viabilidade Técnica. Fica evidente que a aplicação de modelagem para esse fim é tecnicamente viável, além de deixar a previsível os problemas que poderão surgir com a interligação no novo empreendimento.

Por meio de uma análise temporal, também é possível avaliar quando o empreendimento realmente causará impacto na rede. Dessa forma é possível interligar os novos empreendimentos dentro de uma previsão de investimento. Por fim, cabe ressaltar que todo simulador depende de informações de alimentação, e um bom modelo hidráulico carece de uma boa calibragem, além de uma atualização constante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABE, Narumi. **Proposição de calibração de redes de sistemas de abastecimento de água através de método híbrido**. 2014. 166 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Programa de Pós-graduação e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-24072014-094502/publico/TeseAbe NarumiCorrig.PDF](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-24072014-094502/publico/TeseAbe%20NarumiCorrig.PDF)>. Acesso em: 27 maio 2018.
2. BENTLEY. **Software de Modelagem e Análise Operacional de Redes de Distribuição de Água**. 2017. Disponível em: <<https://www.bentley.com/pt/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watergems>>. Acesso em: 29 maio 2018.
3. BRK AMBIENTAL (Palmas). **Serviços Técnicos**. 2017. Disponível em: <<https://www.brkam-biental.com.br/tocantins/servicos-tecnicos/>>. Acesso em: 27 maio 2018.
4. CUNHA, Agne Pereira da; PINTO, Willian Teles. **Calibração de Modelo Hidráulico via Algoritmos Genéticos para Rede de Abastecimento de Água**. 2014. 68 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/CALIBRAÇÃO_DE_MODELO_HIDRÁULICO_VIA_ALGORITMO_S_GENÉTICOS_PARA_REDE_DE_ABASTECIMENTO_DE_ÁGUA.pdf>. Acesso em: 27 maio 2018.
5. DIUANA, F. A.; OGAWA, S. C. C. P. **Análise comparativa dos modelos hidráulicos EPANET, WATERCAD e sistema UFC para sistemas de abastecimento de água – redes de distribuição**. 2015. 105 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,



2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013745.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2018.
6. GAMEIRO, Pedro Capaz Roque. **Calibração Hidráulica de Modelos de Sistemas de Distribuição de Água**. 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Ulis, Lisboa, 2014. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090413656/TESE.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2018.
 7. JUAN, Ellis; CASSEB, Márcia; TERRAZA, Horácio. **Crescimento urbano**: Estudo 3. Relatório Final. Palmas.
 8. MARTINS, Vinícius A. et al. **Modelagem Computacional como Ferramenta para Estudos de Eficiência Energética no Saneamento**. In: SEMINÁRIO IBEROAMERICANO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA, 6., 2006, João Pessoa. **Anais....** João Pessoa: LENHS – UFPB, 2006. p. 1 - 11. Disponível em: <[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoM\(3\).pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoM(3).pdf)>. Acesso em: 28 maio 2018.
 9. PALMAS (Município). Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas – TO (PMSB). Volume I: Consideração iniciais. Revisão 1. 2017. Disponível em: <http://www.palmas.to.gov.br/media/doc/arquivoservico/plano_municipal_de_Saneamento__B%C3%AAsico.pdf> Acesso em: 28 maio 2018.
 10. SALVINO, Moisés Meneses. **Método de Dimensionamento e Controle Operacional Otimizado para Redes de Distribuição de Água**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009. Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/teses/teses/dissertacao_moises.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.