

IV-1017 – ABASTECIMENTO DE ÁGUA E PROMOÇÃO DE SEGURANÇA HÍDRICA EM ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE WESTFÁLIA/RS

Marisa Wiebusch Docena⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES.

Sofia Royer Moraes⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES). Mestre em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento pelo PPGSR - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - IPH - UFRGS.

Marcelo Luís Kronbauer⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC. Mestre em Tecnologias Ambientais pelo PPGTA-UNISC.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Avelino Talini, 171 – Universitário, Lajeado – RS, 95900-000. E-mail: marisa.wiebusch@universo.univates.br

RESUMO

A produção animal brasileira tem expressiva importância econômica e social, entretanto é uma atividade que exige grande quantidade de água, gerando assim conflitos de demanda com o abastecimento para consumo humano, principalmente em períodos de estiagens. O presente estudo buscou avaliar a viabilidade de aproveitamento da água de três lagoas superficiais, com vistas a garantia de segurança hídrica de duas comunidades rurais do município de Westfália/RS (Linha Paissandu e Linha Berlim). Para a realização do estudo, foram diagnosticados a demanda de água, volume e qualidade disponíveis, dentre outros, com o viés de propor o tratamento adequado da água, bem como o dimensionamento da rede necessária para o abastecimento. Os softwares utilizados foram *Google Earth*, *Excel*, *EPACAD*, *EPANET* e *ArcGis*. A delimitação da bacia de drenagem das lagoas resultou em 0,45 km² nas duas áreas e um volume armazenado no montante de 816.380,82 m³ nas 3 lagoas estudadas. A demanda levantada da água para consumo humano e animal foi de 4,02 L/s na Linha Paissandu e 9,99 L/s na Linha Berlim. Na Linha Paissandu o déficit hídrico é observado nos meses de janeiro (-4,90 L/s), fevereiro (-4,71 L/s), abril (-0,12 L/s), novembro (-2,93 L/s) e dezembro (-2,90 L/s). Na Linha Berlim o déficit hídrico é observado nos meses de janeiro (-9,32 L/s), fevereiro (-9,14 L/s), março (-3,17 L/s), abril (-4,60 L/s), agosto (-0,24 L/s), novembro (-7,37 L/s) e dezembro (-7,35 L/s). Através das análises qualitativas, foi possível classificar a água das lagoas na Classe I da Resolução CONAMA nº 357 de 2005. Um modelo de gestão que atenda às demandas de água de forma a proporcionar segurança hídrica para as duas comunidades rurais, consiste na integração do uso da água das lagoas, das fontes superficiais das propriedades, dos poços subterrâneos e a captação de água da chuva.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança hídrica, Água superficial, Abastecimento humano, Abastecimento animal.

INTRODUÇÃO

O abastecimento animal é uma atividade que demanda em média 171 mil litros de água de mananciais a cada segundo no Brasil (equivalente a 5,4 trilhões de litros ao ano) e com perspectiva de crescimento de 28,7% até 2030 (PALHARES, 2021). O aumento da produção agrícola não pode mais ser configurado por mera expansão de terra cultivada, novas fontes de suprimento e a gestão adequada de recursos hídricos convencionais devem ser concebidos (BRAGA *et al.* 2005).

A área de estudo, localizada na região rural de Westfália (localidade de Paissandu e Berlim) é caracterizada pela produção agropecuária, com um montante de 2.720.955 aves, 17.910 suínos e 2.390 bovinos, conforme levantamento realizado. A população estimada é de 667 habitantes.

Atualmente as localidades dispõem da oferta de poços artesianos e fontes superficiais. Entretanto, há dificuldades de acesso a água no lençol freático em razão de sua profundidade e incerteza de êxito na perfuração de novos poços. As fontes superficiais, na maioria das vezes, secam em períodos de estiagens prolongadas, como ocorrido no final de 2019 até o início de 2022. A ausência de água em qualidade e quantidade suficiente é um entrave para o desenvolvimento rural.

Há, portanto, uma crescente necessidade de aumentar a disponibilidade de água na região, considerando também que a demanda vem aumentando no decorrer dos anos. As lagoas estudadas (Tico-Tico, Paraíso Paissandu 1 e 2) possuem uma localização privilegiada para acesso e distribuição da água por gravidade tornando-se uma alternativa a ser avaliada. Entretanto, a captação deve ser gerenciada de forma segura e sustentável, para não exaurir a água existente.

Espera-se com base neste estudo, que ele possa auxiliar na minimização dos impactos socioeconômicos e ambientais para as futuras gerações e as que sofrem atualmente com a escassez de água. Com a utilização da água subterrânea através de poços e concomitantemente a utilização de água superficial proveniente de fontes e lagoas será possível alcançar a segurança hídrica necessária para fornecer água em qualidade e quantidade suficiente para abastecimento humano e animal.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em uma área rural do município de Westfália/RS. O município se localiza no Vale do Taquari e possui 63.792 km². Faz divisa com os municípios de Imigrante, Boa Vista do Sul e Teutônia. Está a 115 km distante de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul (BR). A população urbana de Westfália corresponde a 1.130 habitantes e, a população rural é de 1.663 habitantes (IBGE, 2010). A sua população atual é estimada em 3.014 habitantes (IBGE, 2019).

A área rural estudada abrange as localidades de Linha Paissandu e Linha Berlim, conforme Figura 01 e Figura 02. Elas possuem respectivamente uma área de aproximadamente 17 km² (25% da área total do município) e 20 km² (30% da área total do município).

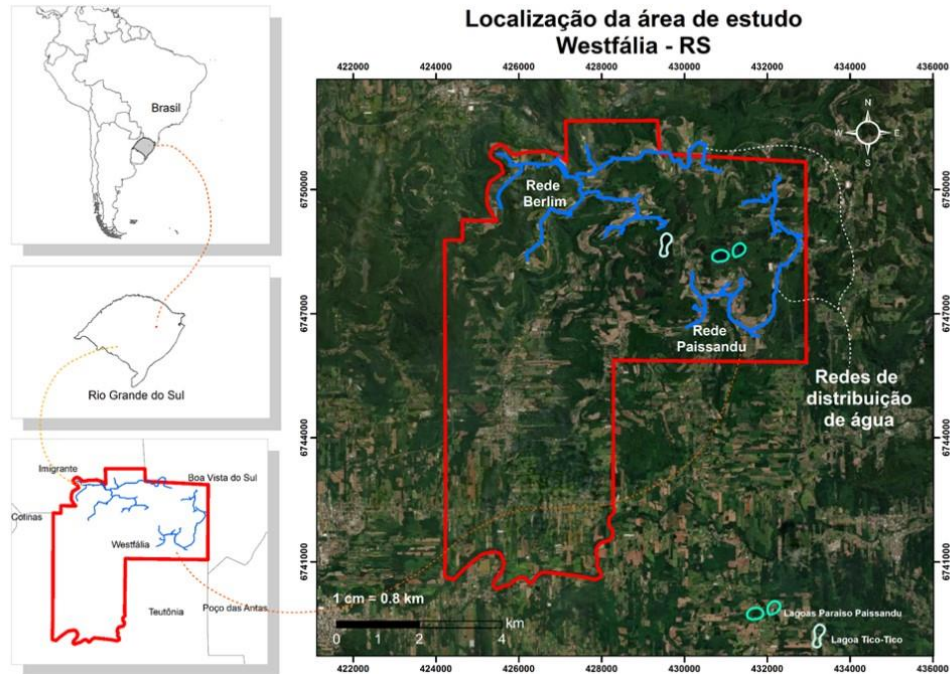


Figura 01: Mapa de localização do município de Westfália, RS.

Fonte: Dos autores, 2022.

A rede de distribuição de água da localidade de Linha Paissandu possui 12.223,59 metros em suas 4 sub-redes, 27 trechos e 68 núcleos. A rede de distribuição da Linha Berlim possui 18.258 metros em suas 4 sub-redes, 25 trechos e 113 núcleos.

**Localização das áreas de distribuição e abastecimento de água potável
 Westfália - RS**

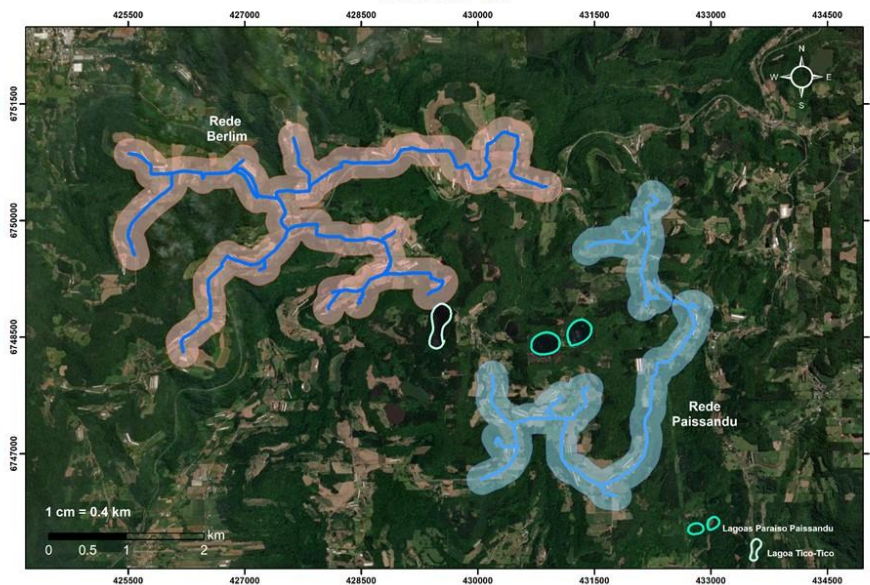


Figura 02: Delimitação das áreas a serem beneficiadas.

Fonte: Dos autores, 2022.

A determinação da área de contribuição das lagoas - bacia de drenagem, foi delimitada no *Google Earth*, através das cartas topográficas fornecidas pelo IBGE na escala de 1:50.000.

Para a determinação do índice pluviométrico, foram utilizados os dados da estação meteorológica automática do INMET de Bento Gonçalves/RS (dados a partir de 2007), há uma estação em Teutônia, entretanto, com a constatação de muitos períodos inativos ou com falhas, foi optado neste estudo pela sua não utilização.

Com o viés de determinação do volume do manancial hídrico da Lagoa do Tico-Tico, foi realizada a amostragem da profundidade, através de uma barra graduada de 10 cm em 10 cm, com comprimento total de 2,5 metros e com auxílio de um barco. As profundidades das Lagoas do Paraíso Paissandu eram conhecidas pelo proprietário da área. Com as profundidades médias, foi possível estimar o volume armazenado nas lagoas. Por fim, através do método volumétrico, foram determinadas as vazões disponíveis nas 3 lagoas.

Foram realizados também os cálculos dos balanços hídricos. Para a obtenção da evapotranspiração, foi utilizado o método de *Thornthwaite*, considerando a temperatura média mensal do município, utilizando os dados da estação meteorológica automática da INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, da cidade de Bento Gonçalves/RS.

Foi realizado também o diagnóstico da demanda hídrica de consumo humano e animal nas propriedades rurais. Conforme ANA (2019), o coeficiente rural de vazão associada ao uso humano no RS equivale a 125 L/habitante/dia. Considerando um cenário de 20 anos, compreende-se que pode ocorrer uma estagnação do crescimento populacional na área estudada, mas em contrapartida visualiza-se um crescimento agropecuário na região. O consumo de água nas atividades desenvolvidas na área rural consiste nos índices de consumo de cada cabeça. Inicialmente, nas aves foi possível estimar, conforme a ANA (2019), o consumo de 0,27 Litros/dia por cada ave, para suínos foi calculado uma média de consumo nos devidos estágio de vida do animal, creche, 8 Litros/dia, e para terminação de 18,7 Litros/dia por cabeça. Na bovinocultura é de 50,00 Litros/dia por cabeça. Na localidade de Linha Paissandu são 68 propriedades e na Linha Berlim são 113 propriedades a serem beneficiadas.

Foi desenvolvido o dimensionamento das redes de abastecimento de água a partir das lagoas, via *Excel* e validadas com simulação hidráulica, utilizando o *software EPANET*. As curvas de nível utilizadas foram obtidas através da imagem do Satélite *Alos Palsar* (resolução de 12,5 m x 12,5 m) datada de 05 de março de 2011, bem como as cotas dos nós, otimizadas no *software ArcGis*, a partir na delimitação prévia da rede, via *Google Earth*. O *EPANET* foi utilizado para a realização do traçado das redes e simulações hidráulicas possibilitando a verificação, diagnóstico e planejamento de ações de forma a garantir a capacidade do sistema.

Para a análise qualitativa da água, foi utilizada a Sonda multiparâmetros da marca *Horiba* e modelo U-52G (Figura 03), que permite a realização de diversas medições a campo, os parâmetros considerados neste estudo foram pH, Oxigênio dissolvido, Condutividade, STD (Sólidos Totais Dissolvidos), turbidez e temperatura. Após a obtenção de todos os levantamentos foi possível definir qual o tratamento mínimo a ser realizado. Para obtenção das amostragens qualitativas foi necessário utilizar um barco.



Figura 03: Utilização da Sonda multiparâmetros da marca *Horiba* e modelo U-52G.
Fonte: Dos autores, 2022.

RESULTADOS

A área de drenagem da Lagoa do Tico-Tico e das Lagoas do Paraíso Paissandu resultou em 0,45 km² cada. Através da análise dos dados pluviométricos obtidos da Estação Meteorológica de Bento Gonçalves, foi possível verificar que a média anual do período de 2007 a 2022 resultou em 1.494,59 mm.

A profundidade média da Lagoa do Tico-tico foi obtida em 20/08, resultando em uma média de 1,73 metros nos 8 pontos amostrados. As profundidades das Lagoas do Paraíso Paissandu eram de conhecimento do proprietário, sendo de 3,7 metros e 4,7 metros respectivamente. Com a obtenção da profundidade das lagoas e a área superficial demarcada no *Google Earth*, foi possível calcular o volume armazenado. Totalizando um volume montante de 816.380,82 m³ nas 3 lagoas.

Através do método volumétrico, realizado em 11/09, foi possível definir a vazão excedente das 3 lagoas. Na Lagoa do Tico-Tico foi obtida uma vazão total excedente de 1,052 L/s, nas Lagoas do Paraíso Paissandu foram obtidas vazões de 1,887 L/s e 0,800 L/s respectivamente.

A demanda hídrica para consumo humano e animal na localidade de Linha Paissandu é de 4,02 L/s e na localidade de Linha Berlim de 9,99 L/s.

Para o cálculo de balanço hídrico obtidos nas duas áreas estudadas foi considerada apenas a disponibilidade de água das Lagoas, não sendo contabilizada a vazão disponível em poços subterrâneos e fontes superficiais. Para a obtenção dos balanços hídricos mensais na localidade de Linha Paissandu (Tabela 01) foi considerada a área da bacia de 453.756 m², a demanda hídrica total da área de 4,455 L/s e a vazão excedente de saída da lagoa de 2,687 L/s.

Tabela 01: Balanço hídrico mensal da localidade de Linha Paissandu.

MÊS	Média temperatura (°C)	P mensal (mm)	EVT (mm)	Q= P - EVT (mm)	Q da bacia (L/s)	Balanço hídrico (L/s)
janeiro	22,19	130,48	117,64	12,83	2,25	-4,90
fevereiro	20,57	103,24	89,37	13,87	2,43	-4,71
março	20,42	139,13	90,81	48,31	8,46	1,32
abril	18,30	107,40	67,32	40,08	7,02	-0,12
maio	13,54	139,03	38,77	100,25	17,55	10,41
junho	12,76	136,84	32,71	104,13	18,23	11,09
julho	11,27	142,18	27,64	114,54	20,05	12,91
agosto	13,35	104,66	39,48	65,18	11,41	4,27
setembro	14,82	131,99	49,22	82,77	14,49	7,35
outubro	16,46	156,52	66,12	90,40	15,83	8,68
novembro	19,42	112,84	88,76	24,08	4,21	-2,93
dezembro	19,96	123,08	98,86	24,22	4,24	-2,90

Fonte: Dos autores (2022).

Os meses com déficit hídrico na localidade de Linha Paissandu são os meses de janeiro (-4,90 L/s), fevereiro (-4,71 L/s), abril (-0,12 L/s), novembro (-2,93 L/s) e dezembro (-2,90 L/s). Janeiro apresenta a maior média de temperatura e evapotranspiração mensal e conseqüentemente o maior déficit hídrico. O mês de fevereiro apresenta a menor média mensal pluviométrica e um alto valor de evapotranspiração. O mês de abril apresenta a segunda menor média mensal pluviométrica. Nos meses de inverno (maio, junho e julho) estão as menores médias mensais de evapotranspiração, o que culmina em altos valores de balanço hídrico. Já nos meses de novembro e dezembro as médias de temperatura e evapotranspiração são altas e as médias pluviométricas são mais baixas comparadas ao período de inverno.

Na localidade de Linha Berlim (Tabela 02) foi considerada a área da bacia de 449.618 m², a demanda hídrica total da área de 10,497 L/s e a vazão excedente de saída da lagoa de 1,052 L/s.

Tabela 02: Balanço hídrico mensal da localidade de Linha Berlim.

MÊS	Média temperatura (°C)	P mensal (mm)	EVT (mm)	Q= P - EVT (mm)	Q da bacia (L/s)	Balanço hídrico (L/s)
janeiro	22,19	130,48	117,64	12,83	2,23	-9,32
fevereiro	20,57	103,24	89,37	13,87	2,41	-9,14
março	20,42	139,13	90,81	48,31	8,38	-3,17
abril	18,30	107,40	67,32	40,08	6,95	-4,60
maio	13,54	139,03	38,77	100,25	17,39	5,84
junho	12,76	136,84	32,71	104,13	18,06	6,51
julho	11,27	142,18	27,64	114,54	19,87	8,32
agosto	13,35	104,66	39,48	65,18	11,31	-0,24
setembro	14,82	131,99	49,22	82,77	14,36	2,81
outubro	16,46	156,52	66,12	90,40	15,68	4,13
novembro	19,42	112,84	88,76	24,08	4,18	-7,37
dezembro	19,96	123,08	98,86	24,22	4,20	-7,35

Fonte: Dos autores (2022).

Os meses com déficit hídrico na localidade de Linha Berlim são os meses de janeiro (-9,32 L/s), fevereiro (-9,14 L/s), março (-3,17 L/s), abril (-4,60 L/s), agosto (-0,24 L/s), novembro (-7,37 L/s) e dezembro (-7,35 L/s). Janeiro apresenta a maior média de temperatura e evapotranspiração mensal e consequentemente o maior déficit hídrico. O mês de fevereiro apresenta a menor média mensal pluviométrica e um alto valor de evapotranspiração. O mês de março apresenta a terceira maior evapotranspiração anual. O mês de abril apresenta a segunda menor média mensal pluviométrica. Nos meses de inverno (maio, junho e julho) estão as menores médias mensais de evapotranspiração, o que culmina em altos valores de balanço hídrico. Já nos meses de novembro e dezembro as médias de temperatura e evapotranspiração são altas e as médias pluviométricas são mais baixas comparadas ao período de inverno.

Os cálculos e modelagem no *EPANET* foram realizados apenas para área da Linha Paissandu. Com base no dimensionamento realizado no *Excel* e nas simulações realizadas no programa *EPANET*, foi possível verificar que na rede de distribuição existente ocorreram pressões inferiores e superiores ao limite estabelecido e velocidades inferiores ao mínimo exigido na norma NBR 12218 (1994). Foram mapeadas, analisadas e sugeridas alterações na rede. Também foram realizados cálculos e dimensionamento de uma solução integrando as 4 sub-redes, objetivando utilizar a água superficial das Lagoas do Paraíso Paissandu.

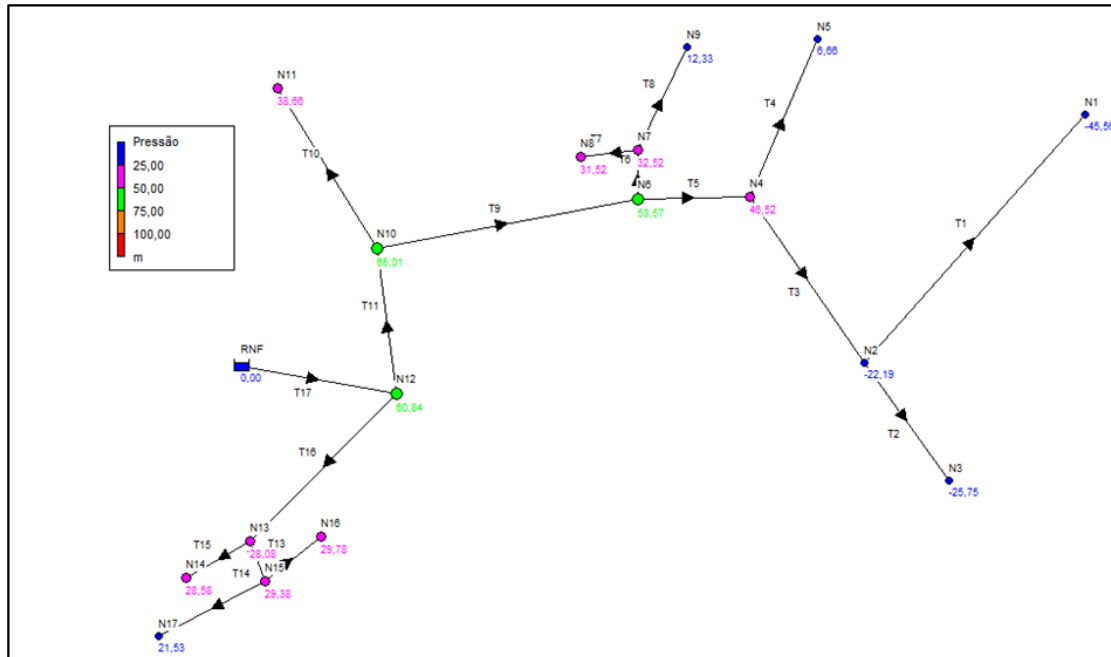


Figura 04: Simulação da pressão no EPANET para a Rede 1.

Fonte: Dos autores, 2022.

A área de Linha Paissandu foi repartida de acordo com as 3 associações de água existentes. Na Rede 1 as pressões variam de -45,56 a 65,01 mca, conforme Figura 04. Estando em desacordo com o valor definido na norma NBR 12218 (1994), de 10 mca a 50 mca. As pressões elevadas interferem nas operações e na qualidade de serviço do sistema, aumentando a possibilidade de rupturas e perdas físicas na tubulação. Não respeitando o valor mínimo não há garantia que a água chegue aos consumidores com cargas suficientes para vencer as perdas que ocorrem nas instalações prediais.

As velocidades variaram de 0,03 a 1,29 m/s. As velocidades inferiores à mínima exigida afetam a movimentação da água na rede e qualidade da água tratada que é transportada para os consumidores. Conforme a NBR 12218 (1994), a velocidade mínima nas tubulações da rede deve ser de 0,6 m/s, enquanto a máxima deve ser de 3,5 m/s.

A partir dos resultados obtidos foram propostas sugestões de melhorias, para o sistema de abastecimento de água, como a instalação de dois reservatórios adicionais na cota de 482 e 478 metros, a instalação de bomba pressurizadora para pressão <10 mca e adaptação de diâmetros dos trechos com base na NBR 12218 (1994).

Para Graff (2019), os pressurizadores de pressão são aparelhos elétricos instalados na tubulação com o objetivo de aumentar ou manter a pressão de água existente, podendo também potencializar a vazão. Sua instalação deve ser feita o mais próximo possível do reservatório, de preferência logo na saída, na tubulação que alimenta o ponto onde se pretende ter mais pressão.

Na Rede 2 as pressões variam de 20,16 a 28,15 mca, nos dois trechos. Estando de acordo com o valor definido na norma, de 10 mca a 50 mca.

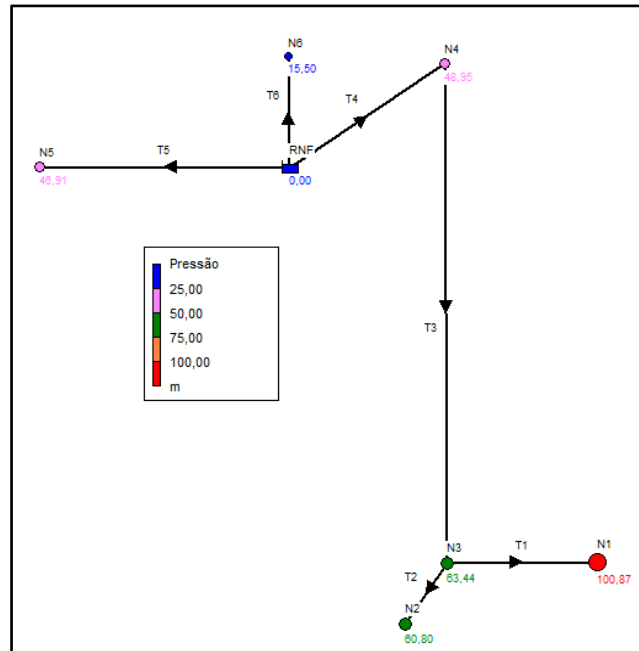


Figura 05: Simulação da pressão no EPANET para a Rede 3.
 Fonte: Dos autores, 2022.

Na Rede 3 as pressões variam de 15,50 a 100,87 mca, conforme Figura 05. Está em desacordo com o valor definido na norma, de 10 mca a 50 mca. A partir dos resultados obtidos foram propostas sugestões de melhorias, para o sistema de abastecimento de água, como a instalação de um reservatório adicional na cota de 536 metros e instalação de bomba pressurizadora para pressão <10 mca. Com a adoção dessas medidas as pressões passariam a ser adequadas.

Na Rede 4 a pressão resultou em 55,88 mca no trecho estudado. A partir do resultado obtido foi proposta como sugestão de melhoria para o sistema de abastecimento de água, a instalação de um reservatório adicional na cota de 520 metros.

Considerando a integração das 4 redes obtém-se o traçado da Figura 06. A integração das redes visa a utilização da água superficial das lagoas do Paraíso Paissandu, localizadas a montante do Reservatório de água. Os diâmetros utilizados são baseados na NBR 12218 (ABNT, 1994).

Nesta rede as pressões variam de 27,63 a 198,63 mca. Ressalta-se que este resultado está em desacordo com o valor definido na norma, de 10 mca a 50 mca.

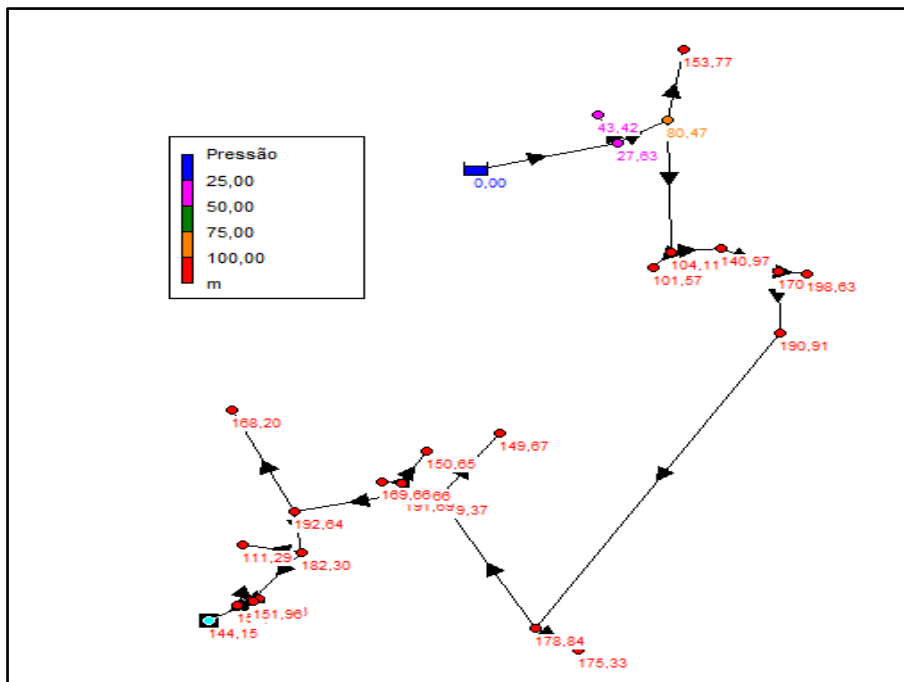


Figura 06: Simulação da pressão no EPANET para a Rede sugerida.
 Fonte: Dos autores, 2022.

A partir dos resultados obtidos foi proposta como sugestão de melhoria, para o sistema de abastecimento de água, a instalação de três reservatórios adicionais na cota de 521, 599 e 480 metros. Além disso a instalação de duas válvulas redutoras de pressão. Com a adoção dessas medidas as pressões passariam a ser adequadas.

As amostragens qualitativas foram realizadas em 3 pontos em cada lagoa e em 3 dias distintos. A primeira amostragem qualitativa foi realizada no dia 08/10 (Tabela 03), a segunda no dia 22/10 (Tabela 04) e a terceira coleta no dia 02/11/2022 (Tabela 05).

Tabela 03: Resultados obtidos na 1ª amostragem com a Sonda Horiba.

Lagoa	Pontos	Temp. (°C)	pH	Cond. uS/cm	Turbidez (UNT)	OD mg/L	STD mg/L
TICO-TICO	1	18,19	7,27	16	6	3,5	11
	2	18,34	7,08	17	5,5	4,67	11
	3	18,4	6,87	16	5,2	3,49	10
PARAÍSO PAISSANDU 1	4	18,23	6,49	16	3,8	3,84	11
	5	18,17	6,39	16	4	3,45	10
	6	18,29	6,24	16	3,7	3,58	10
PARAÍSO PAISSANDU 2	7	17,86	6,42	14	17,6	4,48	9
	8	17,91	6,46	14	19,2	3,72	9
	9	18,08	6,45	14	16,4	3,64	9

Fonte: Dos autores (2022).

Tabela 04: Resultados obtidos na 2ª amostragem com a Sonda Horiba.

Lagoa	Pontos	Temp. (°C)	pH	Cond. uS/cm	Turbidez (UNT)	OD mg/L	STD mg/L
TICO-TICO	1	21,46	6,26	21	8,7	7,04	14
	2	21,48	6,17	17	8,8	7,75	11
	3	21,01	6,04	17	8,5	4,78	11
PARAÍSO PAISSANDU 1	4	20,18	5,86	16	4	4,43	11
	5	20,36	5,84	16	3,4	4,33	11
	6	20,35	5,82	16	3,5	4,51	11
PARAÍSO PAISSANDU 2	7	19,59	5,96	13	10,5	4,9	9
	8	19,49	5,66	14	10,5	5,03	9
	9	19,68	5,67	13	20,3	4,86	9

Fonte: Dos autores (2022).

Tabela 05: Resultados obtidos na 3ª amostragem com a Sonda Horiba.

Lagoa	Pontos	Temp. (°C)	pH	Cond. uS/cm	Turbidez (UNT)	OD mg/L	STD mg/L
TICO-TICO	1	20,87	6,47	18	11	13,92	12
	2	21,7	6,33	17	8,7	7,59	11
	3	21,45	6,24	17	8,2	7,41	11
PARAÍSO PAISSANDU 1	4	21,91	5,93	19	4,6	7,87	12
	5	21,4	5,88	19	4	8,02	12
	6	21,84	5,87	19	3,9	7,78	2
PARAÍSO PAISSANDU 2	7	18,35	6,45	13	20,8	9,55	9
	8	18,36	6,54	14	17,9	9,16	9
	9	19,18	6,46	17	11	8,79	9

Fonte: Dos autores (2022).

Com a média final dos parâmetros analisados em todos os pontos foi possível classificar os corpos hídricos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (Tabela 06).

Tabela 06: Média dos resultados obtidos nas amostragens com a Sonda Horiba e enquadramento na Classe I.

PARÂMETRO	VALOR CLASSE I CONAMA (2005)	MÉDIA LAGOA DO TICO-TICO	MÉDIA LAGOA 1 PARAÍSO PAISSANDU	MÉDIA LAGOA 2 PARAÍSO PAISSANDU
OD	Não inferior a 6 mg/L O ₂	6,68	5,31*	6,01
TURBIDEZ	Até 40 UNT	7,85	3,88	16,02
pH	Entre 6,0 e 9,0	6,53	6,04	6,23
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	Até 500 mg/L	11,33	11	9

*Parâmetro enquadrado na CLASSE II -OD não inferior a 5 mg/L O₂.

Fonte: Dos autores (2022).

Com base na média dos resultados obtidos foi possível enquadrar as Lagoas na Classe I da Resolução CONAMA nº 357 de 2005, podendo ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado. Foram considerados os parâmetros OD, turbidez, pH e sólidos totais dissolvidos. A temperatura da água e condutividade elétrica não foram incluídas na classificação, pois não possuem valores estabelecidos pela Resolução.

Estações compactas realizam tratamento simplificado de água. Conforme Funasa (2019), as estações compactas são unidades pré-fabricadas, que reúnem todas as etapas necessárias ao processo de purificação da água. Normalmente são transportadas e montadas na localidade de implantação do sistema. É necessária a construção de uma casa de química. As vantagens de instalação são a redução nos prazos de implantação do sistema e a possibilidade de deslocamento da estação para atender a outros sistemas. Os materiais utilizados na fabricação normalmente são chapas de aço com proteção e fibra de vidro ou materiais plásticos, como PVC e polietileno.

Apesar de apresentar uma boa qualidade será necessária a análise de mais parâmetros para determinar a real qualidade dessas águas e se ainda estará enquadrado na Classe I. Deve atender também a todos parâmetros exigidos na Portaria GM/MS nº 888, de maio de 2021, que dispõem sobre os padrões de potabilidade da água para consumo humano.

Como sugestão de trabalhos futuros deve ser realizada uma série de medições de vazão para caracterizar o comportamento hidrológico das lagoas, principalmente em períodos de estiagens. Analisar o quanto a produção agropecuária poderá se expandir, qual o limite possível de expansão considerando a disponibilidade de água das regiões. Realizar os cálculos e simulações no *EPANET* da área da Linha Berlim. Dimensionar a estação simplificada de tratamento de água, das adutoras e bombeamento. Verificar a possibilidade de interligar ambas as 3 lagoas através de uma adutora, o que possibilitaria o recalque de água bruta para a lagoa que estiver necessitando de vazão. Operariam separadamente, mas em condições específicas em que faltasse água em alguma delas seria possível realizar o recalque. As áreas teriam duas Estações de Tratamento de Água (ETA) simplificadas e com grande capacidade de reservação. Também será necessário realizar a estimativa de custos. Através do estudo da viabilidade técnica de instalação, operação e manutenção, bem como ambiental, e da previsão de ações físicas e operacionais será possível verificar se o projeto é viável ou não.

CONCLUSÕES

Com base nos estudos e análises desenvolvidas para o presente trabalho, que teve como premissa realizar a avaliação quali quantitativa de lagoas superficiais como alternativa para o abastecimento em uma área rural no município de Westfália/RS, buscando a segurança hídrica do local, foi possível concluir que as lagoas estudadas têm um volume de reservação considerável para utilização. A delimitação da bacia de drenagem das lagoas resultou em 0,45 km² nas duas áreas e um volume montante armazenado de 816.380,82 m³ nas 3 lagoas estudadas.

A demanda levantada em relação a água para consumo humano e animal obtida foi de 4,02 L/s na Linha Paissandu e 9,99 L/s na Linha Berlim. Na Linha Paissandu o déficit hídrico é observado nos meses de janeiro (-4,90 L/s), fevereiro (-4,71 L/s), abril (-0,12 L/s), novembro (-2,93 L/s) e dezembro (-2,90 L/s). Na Linha Berlim o déficit hídrico é observado nos meses de janeiro (-9,32 L/s), fevereiro (-9,14 L/s), março (-3,17 L/s), abril (-4,60 L/s), agosto (-0,24 L/s), novembro (-7,37 L/s) e dezembro (-7,35 L/s).

No período de dezembro de 2019 até agosto de 2021 foram transportadas 1.867 cargas de água, resultando em um custo de R\$ 77.823,02 para os munícipes. A municipalidade realizou a compra de um tanque de inox, tubos e conexões, reservatórios e perfuração de 3 novos poços, resultando em um custo montante de R\$ 1.164.696,85 (DA COSTA, 2021).

Em relação às análises qualitativas, realizadas com a Sonda multiparâmetros da marca *Horiba* e modelo U-52G, foi possível classificar a água das lagoas na Classe I da Resolução CONAMA nº 357 de 2005. Desta maneira, com base nos parâmetros analisados, um tratamento simplificado será capaz de garantir a qualidade dessas águas. Tornando viável a utilização destas, pois com a instalação de uma ETA compacta, com baixo custo, será possível garantir água em qualidade suficiente para abastecimento humano e animal.

Nas duas localidades a demanda de água é alta devido ao expressivo número de aves, suínos e bovinos (2.741.255 animais no total), já a população é de 667 habitantes. Ofertar maior quantidade de água desencadeará na ampliação da produção existente nos locais e segurança de disponibilidade para consumo humano.

Há uma considerável quantidade de água e, conforme observado, de boa qualidade, entretanto não é possível depender unicamente da água proveniente das lagoas, pois há meses com déficit hídrico. Um modelo de gestão que atenda às demandas de água de forma a proporcionar segurança hídrica para as duas comunidades rurais, consiste na integração do uso da água das lagoas, das fontes superficiais das propriedades, dos poços subterrâneos e a captação de água da chuva.

Da Costa (2021), estudou o potencial de reaproveitamento da água da chuva proveniente dos telhados das atividades de avicultura, suinocultura e bovinocultura do município de Westfália. A metragem total obtida pelo autor foi de 378.582,46 m². Considerando o índice pluviométrico do ano de 2020 (INMET) o autor observou um potencial de captação de água equivalente a 472.698.059,55 Litros anuais. Em termos percentuais, a captação de água da chuva anual representaria 60,04% da demanda hídrica nas propriedades agrícolas do município. Nesse sentido, há grande potencial em utilizar e reaproveitar a água da chuva para fins de utilização nas atividades econômicas e abastecimento rural para amenizar o problema de escassez hídrica.

Destaca-se por fim que, na atual perspectiva global, frente às mudanças climáticas, medidas locais se fazem necessárias para o entendimento, enfrentamento e resiliência de comunidades, permitindo o concílio da segurança hídrica, desenvolvimento e harmonia entre produção rural e abastecimento humano, essencial para a manutenção da vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.
2. BRAGA et al. Introdução à engenharia ambiental. 2ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
3. CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2022.
4. DA COSTA, Franciel. Estudo e proposição de práticas alternativas de engenharia para a manutenção do abastecimento em propriedades rurais suscetíveis a escassez hídrica no município de Westfália/RS. UNIVATES, 2021.
5. FUNASA. Manual de Saneamento. 5. ed. Brasília, 2019. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/web/guest/home/-/asset_publisher/ihdKjCvMf50A/content/funasa-lanca-a-5-edicao-do-manual-de-saneamento?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.funasa.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fhome%3Fp_id%3D101_INSTANCE_ihdKjCvMf50A%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D6. Acesso em: 02 mar. 2022.
6. GRAFF, Neimar Marciel. Análise e dimensionamento de uma rede de abastecimento de água existente em uma localidade rural do município de Arroio do Meio - RS visando sua otimização operacional. UNIVATES, 2019.
7. INMET. Banco de Dados Meteorológicos do INMET. 2022. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 02 set. 2022.
8. PALHARES, Júlio Cesar P. Consumo de água na produção animal. Embrapa, Comunicado Técnico 102, ISSN 1981-206X São Carlos, SP, novembro, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/971085/1/PROCIJCPP2013.00165.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.