

Dimensionamento de cisterna para propriedades rurais baseada na frequência de veranicos: aplicação ao oeste de Santa Catarina



Cistern sizing for rural properties based on dry spell frequency: application to Western Santa Catarina, Brazil

- **Data de entrada:** 05/09/2023
- **Data de aprovação:** 21/02/2024

Christine Farias Coelho^{1*} | José Carlos de Araújo¹ | Felipe Augusto Sombra Cabral¹ | Márcio Antônio Nogueira Andrade²

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2024.57>

ORCID ID

Coelho CF  <https://orcid.org/0000-0002-7570-5350>
Araújo JC  <https://orcid.org/0000-0002-2649-151X>

Cabral FAS  <https://orcid.org/0000-0002-7564-0059>
Andrade MAN  <https://orcid.org/0009-0002-8197-1441>

Resumo

A sociedade contemporânea tenta adaptar-se às mudanças globais, que reduzem a oferta hídrica enquanto a respectiva demanda aumenta. Uma das estratégias de adaptação das propriedades rurais consiste na construção de cisternas, que servem como fonte extra de água durante a ocorrência de veranicos. O oeste catarinense, apesar de localizado em uma região com histórico de abundância hídrica, começa a lidar com momentos de escassez, o que demanda métodos para dimensionamento cientificamente embasado de cisternas. Este trabalho propõe, portanto, um método de dimensionamento de cisternas baseado na análise de frequência de veranicos e no balanço hídrico, aplicando-o ao oeste catarinense. Os resultados indicam que o veranico crítico (5% de probabilidade de excedência anual) varia tipicamente de um mês a um mês e meio, o que corresponde a volumes de cisternas tipicamente variando de 300 a 1.500 m³. Esses valores são de 20 a 30 vezes superiores aos das cisternas do semiárido brasileiro, tanto porque a demanda sobre a cisterna é muito diferente, quanto por causa das diferenças no modo de operação nas duas regiões brasileiras.

Palavras-chave: Gestão Hídrica. Balanço Hídrico. Regime de Chuvas. Veranicos. Seca.

Abstract

Contemporary society tries to adapt to the global changes that reduce water offer and increase its demand. One such adaptation in rural properties refers to cisterns, which work as extra water sources during dry spells. Western Santa Catarina State (oeste catarinense), in Brazil, although located in a water-abundant region, has begun to suffer with hydric scarcity in the last decades, thus demanding scientifically-based cistern sizing methods. This study offers a sizing method based on dry spell frequency and water balance in a rural property, applying it to oeste catarinense. Results indicate that critical dry spells (i.e., those with 5% annual exceedance probability) typically span from one to one and half months, which leads to cisterns ranging from 300 to 1,500 m³. These values are 20 to 30-fold those of the cisterns in the Brazilian semiarid. Such a considerable difference stems from differences in demand and operation across Brazilian regions.

Keywords: Water Management. Water Balance. Rainfall Regime. Dry Spell. Drought.

¹ Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

² Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

* **Autor correspondente:** christinefarias@ufc.br

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, a demanda por água aumenta com o tempo, porém, simultaneamente, a oferta hídrica é reduzida, mesmo em regiões onde tradicionalmente a água tem sido abundante (Mekonnen; Hoekstra, 2016). A combinação do aumento da demanda e da redução da oferta aponta para um sistema insustentável, com demanda reprimida, o que pode gerar consequências graves para saúde, economia, equilíbrio ambiental e, portanto, para o bem-estar social (Van Vliet *et al.*, 2021). Pesquisas indicam que as mais relevantes causas da redução da oferta de água são: (1) o aumento do uso consuntivo (aquele que retira mais água do sistema que repõe, como consumo humano e animal, agricultura, aquicultura, indústria e agroindústria), que reduz os estoques de água em rios, aquíferos e reservatórios (Rosa *et al.*, 2020); (2) o aumento do nível de barramento dos rios, tornando-os mais intermitentes (Datry; Bonada; Bolton, 2017); (3) o assoreamento dos reservatórios, que gera maiores vazões de evaporação e de extravasamento (Araújo; Güntner; Bronstert, 2006; Gil *et al.*, 2020); e (4) a poluição das águas, posto que água poluída é água indisponível (Acuña *et al.*, 2014; Belhassan, 2021). Essa realidade tende a se agravar à medida que o regime de chuvas seja alterado por causa de mudanças climáticas (Abedin *et al.*, 2019).

O estado de Santa Catarina (SC) também vem experienciando períodos prolongados de escassez hídrica nas últimas décadas (Lopes; Rupp; Ghisi, 2016). Ressalta-se que, em 2020, pelo menos 125 municípios catarinenses assinaram decretos de emergência em decorrência da seca prolongada. Rodrigues (2020) afirma que a situação se agravou em especial no oeste do estado, onde a anomalia negativa de precipitação no trimestre agosto-setembro-outubro foi em torno de 400 mm, impactando a agricultura. Observa-se que a vazão disponível nos rios ficou aquém dos valores outorgáveis, indicando que os gestores de SC

necessitam rever os instrumentos de controle do uso da água superficial (Miranda Júnior, Rodrigues; Cruz, 2020).

No sentido de reduzir a vulnerabilidade hídrica à população rural difusa durante os meses secos, a construção de reservatórios fechados, as cisternas de placas pré-moldadas (de ferrocimento), tem sido uma prática viável, com custos acessíveis, para facilitar o acesso à água e com efeitos diretos na saúde e segurança alimentar e nutricional dos usuários. Essa tecnologia social tem como objetivo o armazenamento da água de chuva e tem sido replicada com êxito na região semiárida do Brasil, onde se destina prioritariamente ao consumo humano (Nogueira; Milhorange; Mendes, 2020). Na região semiárida do Brasil, as cisternas são geralmente dimensionadas para acumular o suficiente para atender à demanda por água potável de uma família rural por, pelo menos, três meses. Em 2003, o Governo Federal lançou o Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC (Brasil, 2018; Arsky, 2020) para apoiar a captação de água da chuva e outras tecnologias sociais, promovendo a construção de mais de 1 milhão de cisternas em 15 anos no Polígono das Secas. Batizada de “Programa Cisternas”, essa política pública tornou-se um marco histórico no Semiárido Brasileiro como a democratização de acesso à água, tendo a sua importância reconhecida internacionalmente, destacando-se, entre eles, o Prêmio Sementes 2009, da Organização das Nações Unidas – ONU (ver também Brasil, 2019; Diniz; Santos; Rozendo, 2022; Moura *et al.*, 2007).

O aproveitamento de água das chuvas já é objetivo de normatização pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A NBR 15527:2019 define parâmetros de aproveitamento de água de chuvas, porém, além de não abranger edificações rurais, a norma não apresenta método do cálculo de volume de reservatórios (*e.g.* Sodré; Fukasawa; Oliveira, 2019). Este trabalho consiste, portanto, na proposição de um método para, com base na

frequência de veranicos (Araújo; Mamede; Lima, 2018; Magalhães et al., 2020), estimar a dimensão (capacidade volumétrica) de cisternas a serem instaladas em propriedades rurais. A área em que o estudo é aplicado é o oeste catarinense, particularmente a Região Hidrográfica RH1/SC (6.056 km²), que consiste nas bacias hidrográficas do Rio das Antas, bacias contíguas e afluentes do Rio Peperi-Guaçu, em que se localizam 35 municípios e residem cerca de 270 mil habitantes.

2 METODOLOGIA

2.1 Proposta de dimensionamento de cisterna

O balanço hídrico em questão corresponde à representação matemática dos fluxos de água em uma determinada área (Araújo; Güntner; Bronstert, 2006), conforme a Equação 1.

$$VD(t+\Delta t) = VD(t) + VA(t) - Q(t) \quad (1)$$

Na Equação 1, VD representa o volume de água disponível para atender às demandas da propriedade em um determinado dia (m³); VA representa o volume diário aportado, ou seja, a quantidade de água (m³) que chega à propriedade em cada dia, podendo ser por meio de rios, reservatórios, poços ou chuva; Q representa a demanda total, ou seja, o volume diário de água necessário para atender às demandas das propriedades, como suprimento humano e animal, produção agrícola e industrial, entre outras (m³); t representa o tempo de análise e Δt, o passo temporal de análise (dias). O volume diário aportado (VA) é dado pela Equação 2, e a demanda total (Q), pela Equação 3.

$$VA = VA(\text{firme}) + VA(\text{variável}) \quad (2)$$

$$Q = QG + QN \quad (3)$$

Na Equação 2, VA (firme) representa o volume aportado por fontes com elevada garantia, como poços de funcionamento contínuo, por exemplo; e VA (variável) representa o volume aportado por fontes que dependem diretamente das chuvas, o que aumenta a incerteza de seu aporte. Na

Equação 3, o termo QG representa a demanda garantida diária, ou seja, a parcela da demanda total que é suprida por fonte hídrica com elevada garantia, ou seja, suprida pela vazão firme (m³); e QN representa a demanda não garantida diária, parcela da demanda total que, não sendo suprida por fonte hídrica com elevada garantia, depende da chuva (m³). Simulando-se o balanço hídrico (Equações 1 a 3) com passos diários por um longo período, é possível estabelecer o volume útil da cisterna (VU, em m³) de acordo com a Equação 4.

$$VU(G) = VER(G).QN \quad (4)$$

Na Equação 4, VER corresponde ao veranico, que é função da garantia G desejada. Por veranico entende-se aqui o período contínuo sem chuva ou com chuva desprezível, medido em dias, durante a estação chuvosa (Magalhães et al., 2020). Observe-se que VU é o volume de água (m³) que deve ser mantido na cisterna, sempre que possível, para prevenção de um evento de seca, correspondendo ao volume mínimo recomendável para a cisterna.

Os dados de chuva foram analisados conforme os preceitos estabelecidos na Hidrologia, identificando-se, posto a posto, todos os veranicos ao longo das diversas décadas de medições. Para cada posto e para cada ano foi identificado o maior veranico, ou seja, o maior período contínuo de dias sem chuvas. Esses valores anuais de veranicos críticos foram hierarquizados (do maior para o menor) e a garantia anual (G, ou probabilidade de êxito) foi calculada pela Equação 5.

$$G = \frac{(n - 0,25)}{(N + 0,75)} \quad (5)$$

Na Equação 5, n representa o número de ordem do veranico (do maior para o menor); e N representa o número total de anos para os quais os veranicos foram calculados. O período de retorno dos veranicos identificados (TR), em anos, foi calculado pela Equação 6.

$$TR = \frac{1}{G} \quad (6)$$

O risco anual (R) de escassez foi calculado pela Equação 7a. O risco anual é a probabilidade de a seca ser igual ou maior àquela que estamos considerando, a cada ano. Em termos da cisterna, o risco anual representa a probabilidade de, a cada ano, a água armazenada na cisterna não ser suficiente para suprir a toda a demanda da propriedade. Risco decadal (R10, Equação 7b) corresponde à probabilidade de a seca ser igual ou maior àquela que estamos considerando pelo menos uma vez por década.

$$R = 1 - G \quad (7a)$$

$$R10 = 1 - G^{10} \quad (7b)$$

A dimensão total da cisterna, ou seja, seu volume (V, em m³) deve ser estimado com base na Equação 8, em que F é o fator de segurança, dado em função da vulnerabilidade da propriedade, e VU(G) é o volume útil da cisterna, função da garantia desejada (G).

$$V(G) = F.VU(G) \quad (8)$$

Para propriedades muito vulneráveis, recomenda-se F = 1,50; para propriedades medianamente vulneráveis, recomenda-se F = 1,35; e para propriedades pouco vulneráveis, recomenda-se F = 1,25. Esse fator é relevante também porque frequentemente a cisterna pode ser encontrada parcialmente vazia quando do início do veranico crítico.

A seguir apresenta-se a síntese do método proposto. Para o dimensionamento da cisterna de uma propriedade, inicialmente, identificam-se os postos pluviométricos, da região em que a propriedade se localiza, que disponham de maior

série contínua de dados consistentes. Se houver mais de um, deve-se eleger aquele(s) que melhor representa(m) o regime de chuvas da propriedade. Pode-se, portanto, identificar mais de um posto representativo de uma única propriedade. Nesse caso, recomenda-se fazer o dimensionamento da cisterna para cada posto de modo independente. O dimensionamento recomendável será a média dos volumes gerados para cada posto. A seguir, elege-se a garantia anual com a qual se deseja trabalhar. Não é possível, para nenhum método, ofertar garantia absoluta (100%). Recomenda-se garantia anual de 95%, mas os proprietários podem eleger outra garantia. De posse desse valor, avaliar a demanda não garantida da propriedade e estimar seu grau de vulnerabilidade, com base nas experiências de escassez hídricas dos últimos dez anos. O grau de vulnerabilidade será necessário para estimar o fator de segurança F. Procede-se, então, ao cálculo: (1) estima-se o veranico crítico (VER), em função da garantia G; (2) calcula-se o volume útil (VU, Equação 4); e (3) dimensiona-se o volume da cisterna (V, Equação 8).

2.2 Análise de dados pluviométricos

Foi realizada uma análise dos dados pluviométricos de todos os municípios que constam na região RH1 do oeste catarinense (Santa Catarina, 2018) junto à Agência Nacional de Águas (ANA), de modo particular no seu sistema de dados Hidroweb¹. Após a análise de consistência, foram identificados oito postos com pelo menos 21 anos de dados, ainda que com algumas lacunas. Observa-se na Figura 1 a localização dos municípios e postos pluviométricos selecionados para este estudo.

¹ Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 1 maio 2021.

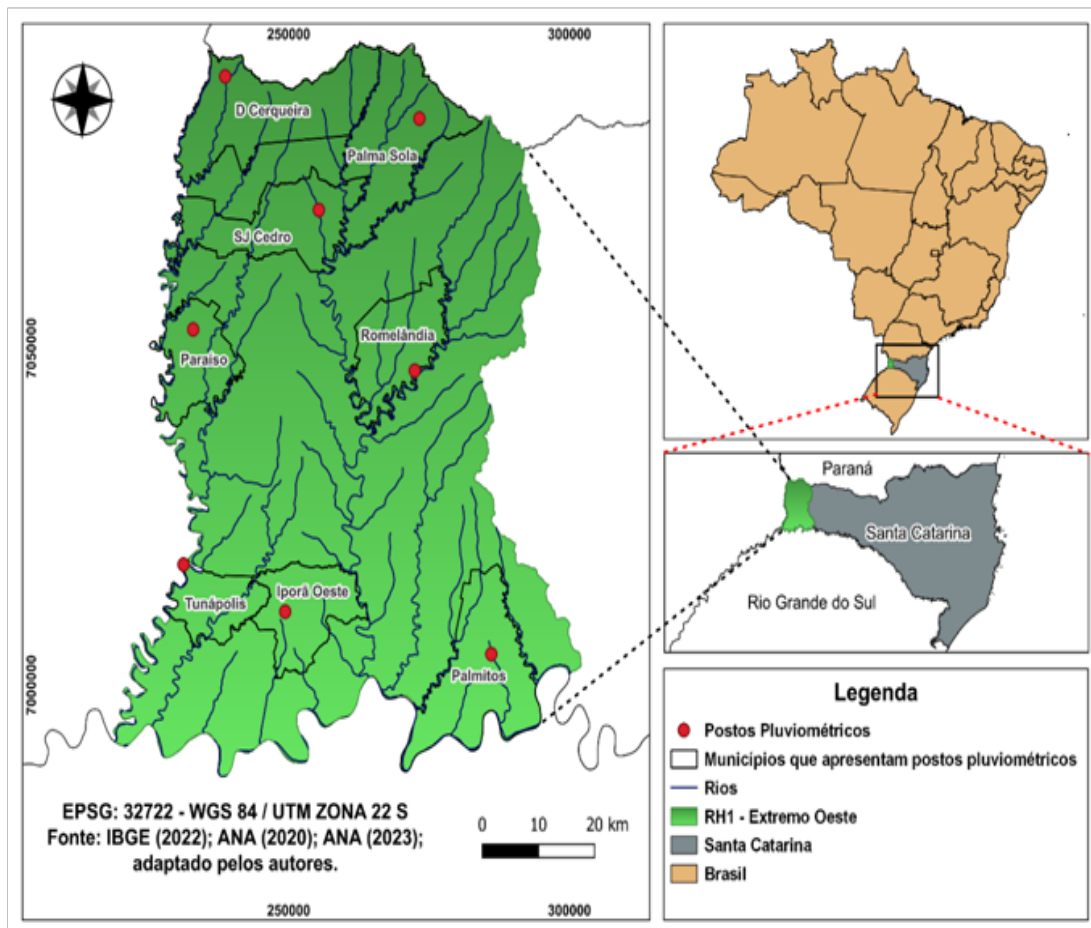


Figura 1 – Área de estudo e postos pluviométricos da Região Hidrográfica 1 do oeste de Santa Catarina.

Foram selecionados apenas os postos com lacunas inferiores a 10% do período total, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais características dos oito postos do oeste catarinense usados para a análise neste trabalho.

Municípios	Código do posto pluviométrico	Início	Fim	Série (anos)	Falhas
Dionísio Cerqueira	2653002	1991	2020	30	5%
Iporá Oeste	2753013	1991	2020	30	8%
Palma Sola	2653013	1991	2020	30	5%
Palmitos	2753006	1991	2020	30	3%
Paraiso	2653029	2000	2020	21	6%
Romelândia	2653004	1991	2020	30	3%
São José do Cedro	2653005	1991	2020	30	3%
Tunápolis	2653030	2000	2020	21	4%

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

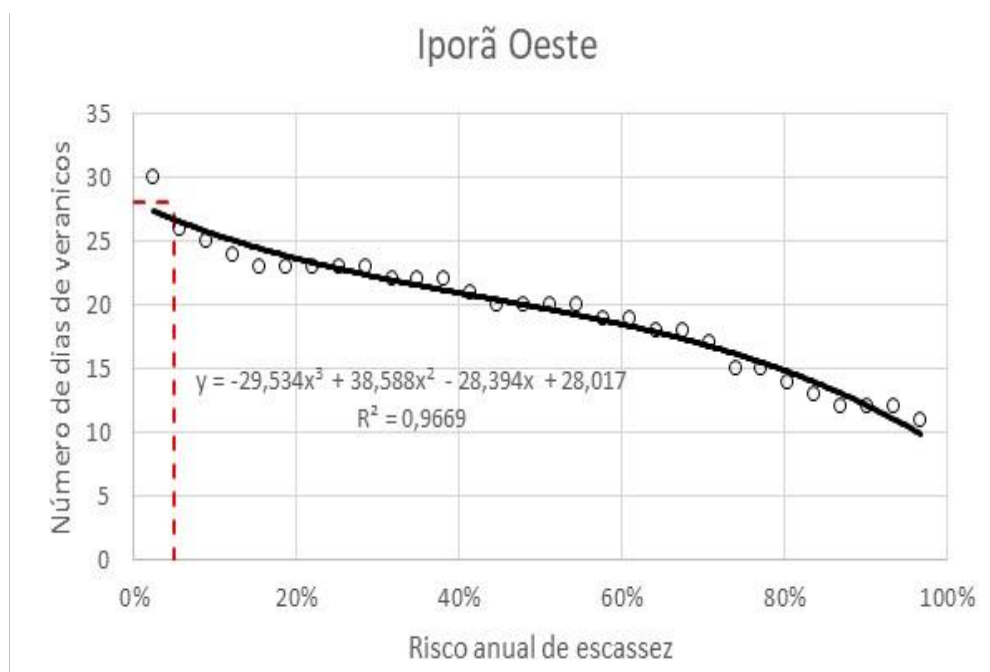
A Tabela 2 mostra os principais resultados das simulações para os oito postos analisados no âmbito deste trabalho. A Figura 1 mostra, para cada posto analisado, o número de dias de veranico crítico em função do risco anual de escassez. As retas vermelhas tracejadas representam o caso particular de risco anual igual a 5% ou, em outras palavras, a garantia anual de 95%.

Os resultados (Tabela 2 e Figura 2) indicam que, para o período de análise (décadas 1990 – 2020), o maior veranico variou de pouco menos de um mês (há quatro postos com veranico máximo entre 27 e 31 dias) a mais de dois meses (80 dias).

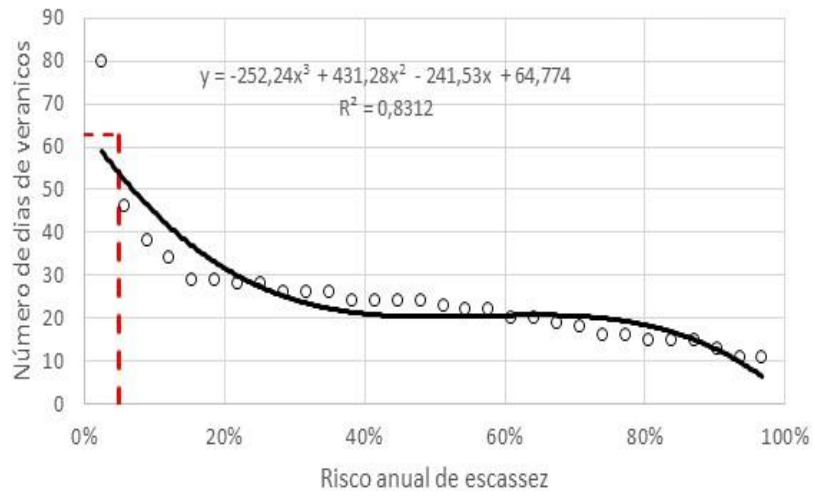
Observe-se que a mediana é pouco superior a um mês (38 dias) e que apenas um posto (Palma Sola) sofreu veranico máximo superior a dois meses. A tendência, portanto, é de veranicos máximos entre 27 e 40 dias (seis casos entre os oito analisados). Essa mesma tendência pode ser observada no veranico com 95% de ocorrência: mínimo de 26 e máximo de 63 dias. Seis dos oito postos indicam veranico com garantia de 95% muito próximos de um mês (entre 26 e 34 dias), sendo a mediana praticamente igual a um mês (31,5 dias). Portanto, podem ser esperados, na região, veranicos da ordem de um mês a um mês e meio a cada duas décadas, que corresponde ao período de retorno.

Tabela 2 – Principais resultados sobre os veranicos críticos para os oito postos do oeste catarinense: veranico para garantia (G) de 95% e máximo veranico observado na série.

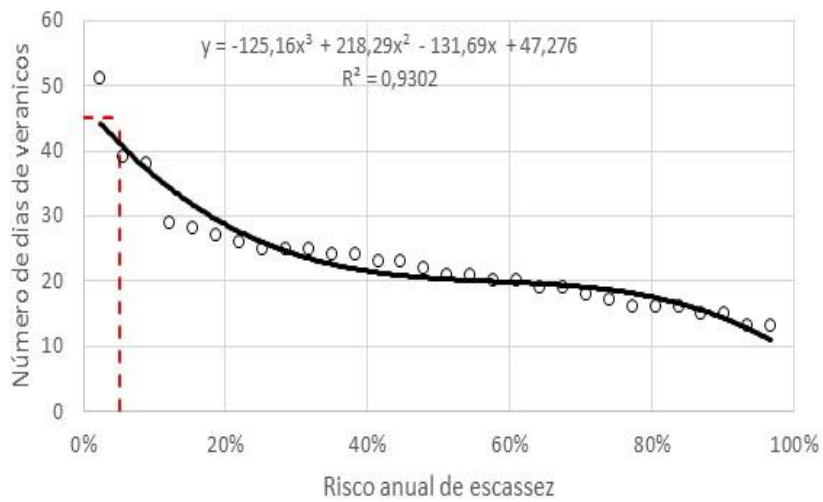
Município	Veranico (dias) para G = 95%	Veranico máximo observado (dias)
Dionísio Cerqueira	26	28
Iporã Oeste	28	30
Palma Sola	63	80
Palmitos	45	51
Paraíso	34	40
Romelândia	29	31
São José do Cedro	35	36
Tunápolis	26	27



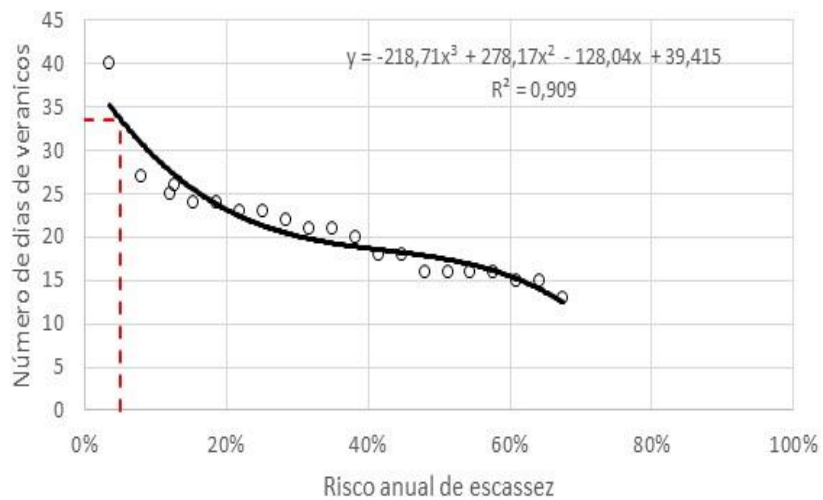
Palma Sola



Palmitos



Paraíso



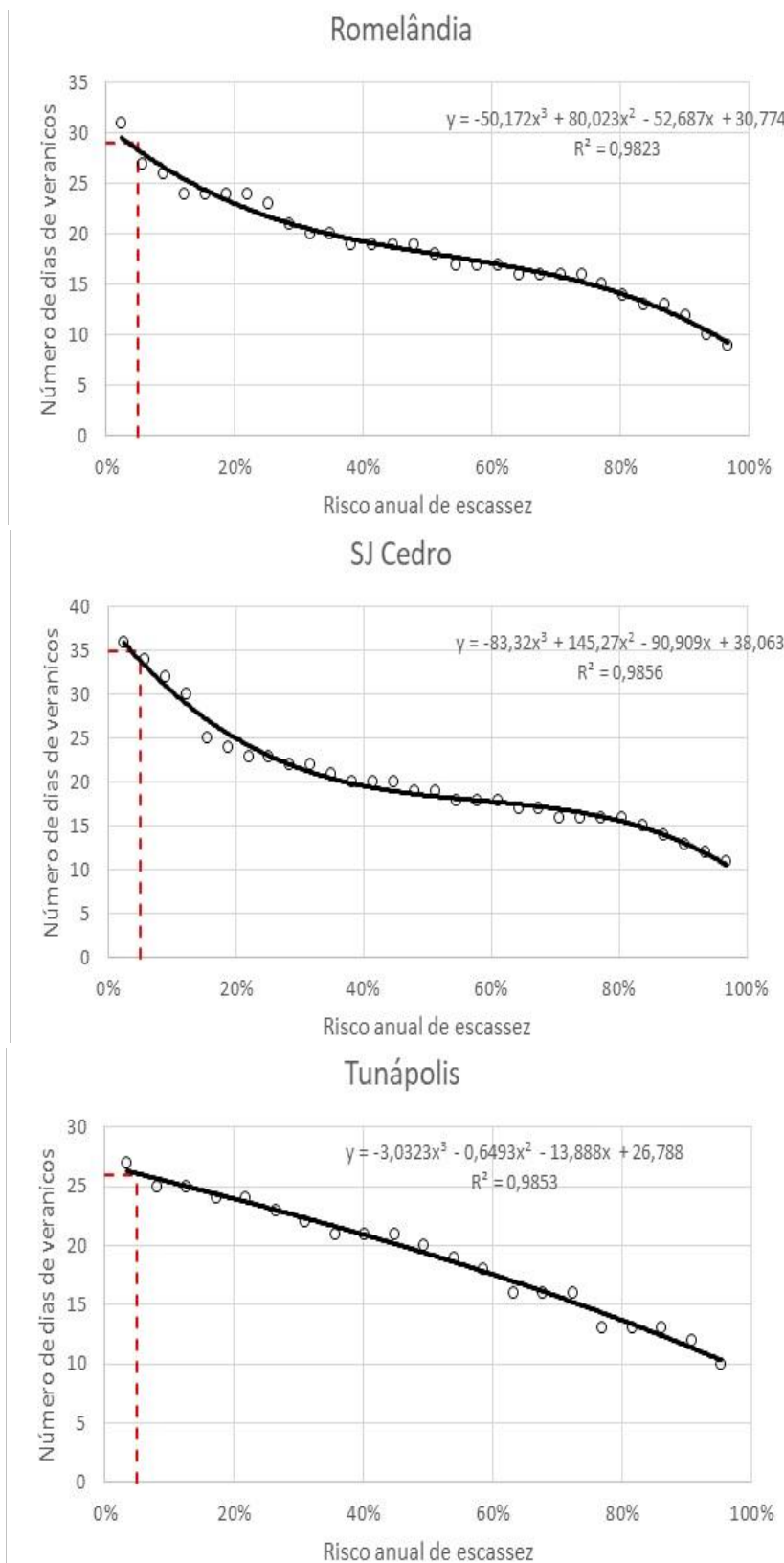


Figura 2 – Dados empíricos de veranicos críticos para oito postos do oeste catarinense, apresentados em função do risco anual de escassez. Em cada gráfico, a linha tracejada em vermelho indica o veranico com risco anual de escassez de 5% (garantia de 95%).

A título de exemplo, foi identificada uma propriedade representativa entre as que, no oeste catarinense, demandam a construção de uma cisterna. A propriedade, localizada nas proximidades do posto Paraíso, tem vulnerabilidade mediana e apresenta demanda total diária de $14,0 \text{ m}^3$. A vazão firme, ou seja, o volume diário aportado com elevada garantia, provém de um poço capaz de ofertar $2,5 \text{ m}^3/\text{dia}$. Portanto, a demanda não garantida deve corresponder a $11,5 \text{ m}^3/\text{dia}$. Para garantia anual de 95%, o veranico crítico dura 34 dias (Figura 1 e Tabela 2). Aplicando-se a Equação 4 ($Q_N = 11,5 \text{ m}^3$ por dia), obtém-se o volume útil de 391 m^3 . Como a vulnerabilidade da propriedade à escassez hídrica é mediana, o fator recomendado (F) é de 1,35, o que indica volume total da cisterna de 528 m^3 . Esse valor é recomendado, mas não significa que o reservatório deva ter exatamente essa capacidade. Com base nos custos de construção e nas restrições técnicas, o volume final da cisterna pode variar. O fundamental é não construir a cisterna com volume inferior ao volume útil.

Com base nos valores paramétricos do oeste catarinense, pode-se inferir que as cisternas de ferrocimento (placas pré-moldadas) para essa região devam ter volume variando tipicamente de 300 m^3 a 1.500 m^3 . Essa faixa de valores supera de 20 a 30 vezes o volume de cisternas construídas no semiárido brasileiro, cujos volumes característicos oscilam entre 15 e 50 m^3 (Nogueira; Milhorce; Mendes, 2020). O motivo principal dessa diferença decorre da demanda por água a ser atendida pela cisterna. No oeste catarinense, as propriedades intencionam suprir, através das cisternas, sua demanda total, incluindo o processamento da produção agropastoril. No semiárido, entretanto, a cisterna é geralmente destinada unicamente ao consumo humano (Arsky, 2020). Nessa região, onde a escassez hídrica é frequente e severa (Araújo; Mamede; Lima, 2018), o abastecimento animal e para as atividades produtivas é suprido principalmente por meio de reservatórios superficiais (açudes), gerados após a construção

de barragens nos rios (Medeiros; Sivapalan 2020). Outra diferença fundamental é a operação da cisterna. No semiárido, o reservatório é normalmente preenchido por carro-pipa uma ou duas vezes durante a estação seca (Silva; Guerra; Gomes, 2019), que dura cerca de nove meses ao ano. Em Santa Catarina, entretanto, a expectativa é de que a cisterna possa suprir água durante todo o ano sem receber recarga hídrica de outra fonte, que não as disponíveis na propriedade.

Ressalta-se que as diretrizes do Plano Nacional de Saneamento Rural (PNSR), no que concerne ao eixo tecnológico, inclui o fomento ao aproveitamento de água da chuva entre as estratégias para o abastecimento de água. Esse documento elaborado com base na Lei n. 11.445/2007 apresenta alternativas adequadas às devidas realidades rurais (Brasil, 2019). De forma orientativa, o PNSR difunde os requisitos operacionais para as cisternas – abrangendo a limpeza prévia dos telhados e das calhas antes de cada estação chuvosa, etapa fundamental para a garantia da sustentação da tecnologia social em questão.

4 CONCLUSÕES

Apresenta-se um método de dimensionamento de cisternas para propriedades rurais baseado no balanço hídrico durante a ocorrência de um veranico crítico. Os dados fundamentais para a aplicação do método são: uma série consistida de dados diários de chuva de, pelo menos, 20 anos; estimativa de vulnerabilidade hídrica da propriedade rural; demanda hídrica e estimativa de oferta hídrica de alta e baixa garantia. Gerada a curva de frequência dos veranicos, identifica-se a duração do evento que corresponda à probabilidade de excedência anual estipulada pelo usuário (recomenda-se 5%, ou seja, garantia de 95%). O método foi aplicado ao oeste catarinense, onde os veranicos críticos duram tipicamente entre um mês e um mês e meio. Como consequência, as cisternas da região devem ter volume variando entre

300 e 1.500 m³, o que é cerca de 20 a 30 vezes o tamanho das cisternas construídas na região semiárida do Brasil. A diferença de dimensionamento entre essas duas regiões se explica tanto pela demanda hídrica que incide sobre a cisterna (muito superior no oeste catarinense), quanto pelo fato de as cisternas do semiárido contarem com recargas hídricas cíclicas por causa da longa estação seca (quase nove meses ao ano).

5 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Araújo JC; **Investigação:** Andrade MAN, Araújo JC e Coelho CF; **Redação - 1ª versão:** Araújo JC e Coelho CF; **Redação - revisão & edição:** Coelho CF, Araújo JC e Cabral FAS; **Supervisão:** Araújo JC.

6 REFERÊNCIAS

- ABEDIN, M.; COLLINS, A. E.; HABIBA, U.; SHAW, R. Climate change, water scarcity, and health adaptation in southwestern coastal Bangladesh. **International Journal of Disaster Risk Science**, Berlin, v. 10, p. 28-42, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13753-018-0211-8>
- ACUÑA, V.; DATRY, T.; MARSHALL, J.; BARCELÓ, D.; DAHM, C. N.; GINEBRED, A.; SABATER, S.[...]; PALMER, M. A. Why should we care about temporary waterways? **Science**, Washington, DC, v. 343, n. 6175, p. 1080-1081, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1246666>
- ARAÚJO, J. C. de; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semi-arid Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, London, v. 51, n. 1, p. 157-170, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1623/hysj.51.1.157>
- ARAÚJO, J. C.; MAMEDE, G. L.; DE LIMA, B. P. Hydrological guidelines for reservoir operation to enhance water governance: application to the Brazilian Semi-arid Region. **Water**, Basel, v. 10, n. 11, p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/w10111628>
- ARSKY, I. C. Os efeitos do Programa Cisternas no acesso à água no semiárido. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 55, p. 408-432, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v55i0.73378>
- BELHASSAN, K. Water scarcity management. **Water Safety, Security and Sustainability**, Cham, p. 443-462, 2021.
- BRASIL. Decreto nº 9.606, de 10 de dezembro de 2018. Regulamenta o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras tecnologias sociais de acesso à água – Programa Cisternas. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9606.htm. Acesso em: 25 ago. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília, DF: Ministério da Saúde; Fundação Nacional de Saúde, 2019. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf. Acesso em: 25 ago. 2023.
- DATRY, T.; BONADA, N.; BOULTON, A. J. **Intermittent rivers & ephemeral streams: ecology & management**. Amsterdam: Elsevier, 2017.
- DINIZ, P. C. O.; SANTOS, C. F.; ROZENDO, C. Acesso à água para consumo humano no semiárido brasileiro: desafios, tensões e perspectivas do programa “Um Milhão de Cisternas”. **Contemporânea – Revista de Sociologia da UFSCar**, São Carlos, v. 12, n. 1, p. 95-119, 2022.
- GIL, M. M. L.; ARAÚJO, J. C.; MONTENEGRO, S.; VALENÇA, J. M. M. S. Increase in water-scarcity risk in a Brazilian dry-region reservoir. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 4, p. 1025-1036, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n418rc>
- LOPES, A. C.; RUPP, R. F.; GHISI, E. Assessment of the potential for potable water savings by using rainwater in houses in southern Brazil. **Water Science and Technology: Water Supply**, London, v. 16, n. 2, p. 533-541, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2166/ws.2015.166>
- MAGALHÃES, A. J.; ALVES, J. M. B.; SILVA, E. M. D.; NUNES, F. T.; BARBOSA, A. C. B.; SANTOS, A. C. S. D.; SOMBRA, S. S. Veranicos no Brasil: observações e modelagens (CMIP5). **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 34, p. 597-626, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786344072>
- MEDEIROS, P. H. A.; MURUGESU, S. From hard-path to soft-path solutions: slow-fast dynamics of human adaptation to droughts in a water scarce environment. **Hydrological Sciences Journal**, London, v. 65, n. 11, p. 1803-1814, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1770258>
- MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Four billion people facing severe water scarcity. **Science Advances**, New York, v. 2, n. 2, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>
- MIRANDA JÚNIOR, G. X.; RODRIGUES, M. L. G.; CRUZ, G. S. A estiagem do outono 2020 em Santa Catarina: a atuação da Epagri, da medição do dado à análise da informação. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 11-14, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1037>. Acesso em: 27 ago. 2024.
- MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. Clima e a água de chuva no

Semiárido. In: BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Orgs.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. p. 37-59.

NOGUEIRA, D.; MILHORANCE, C.; MENDES, P. Do Programa Um Milhão de Cisternas ao Água para Todos: divergências políticas e bricolagem institucional na promoção do acesso à água no Semiárido brasileiro. **IdeAs**, [S. l.], v. 15, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4000/ideas.7219>

RODRIGUES, M. L. G. O monitoramento e avisos de eventos meteorológicos extremos de Santa Catarina em 2020. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 5-6, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1082>. Acesso em: 27 ago. 2024.

ROSA, L.; CHIARELLI, D. D.; RULLI, M. C.; DELL'ANGELO, J.; D'ODORICO, P. Global agricultural economic water scarcity. **Science Advances**, New York, v. 6, n. 18, p. 1-10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz6031>

SANTA CATARINA. **Plano de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica Rio das Antas, bacias contíguas e afluentes**

do Peperi-Guaçu. Relatório Síntese. Florianópolis, p. 98, 2018.

SILVA, J. B.; GUERRA, L. D.; GOMES, R. A. A ralé hídrica e a elite da água no semiárido brasileiro: a articulação entre o mercado dos carros-pipa, as cisternas residenciais, as hidrobiopolíticas e seus agenciamentos. **Contemporânea**, São Carlos, v. 9, n. 3, p. 943-962, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/0.4322/2316-1329.120>

SODRÉ, V. D. A.; FUKASAWA, B. N.; OLIVEIRA, M. R. Guia orientativo das normas de conservação de água, fontes alternativas não potáveis e aproveitamento de água de chuva em edificações. Brasília, DF: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2019. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Guia_Orientativo_Normas_de_Conservacao_de_Agua.pdf. Acesso em: 25 ago. 2023.

VAN VLIET, M. T.; JONES, E. R.; FLÖRKE, M.; FRANSSEN, W. H.; HANASAKI, N.; WADA, Y.; YEARSLEY, J. R. Global water scarcity including surface water quality and expansions of clean water technologies. **Environmental Research Letters**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 1-12, 2021.