

NOTA TÉCNICA Nº 4/2022/SPR
Documento nº 02500.011095/2022-03

Brasília, 7 de março de 2022.

Ao Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos
Assunto: Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U) - ATLAS ÁGUAS
Referência: 02501.003627/2021-30

A. OBJETIVO

1. Esta Nota Técnica tem como objetivo detalhar a metodologia e os resultados do Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U) desenvolvido no âmbito do ATLAS ÁGUAS, ampliando o escopo da síntese disponibilizada no Capítulo 3 da publicação *Atlas Águas: Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano* (<http://atlas.ana.gov.br>). Nos itens finais, a Nota aborda as relações entre o ISH-U e o ISH-H – Índice de Segurança Hídrica Humano, desenvolvido no PNSH, as conclusões e os próximos passos relacionados à temática.

B. CONTEXTO

2. A segurança hídrica, de acordo com o conceito da Organização das Nações Unidas (ONU), existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias. Uma das suas dimensões, a humana, está diretamente relacionada com o propósito do ATLAS ÁGUAS, que é a garantia de água para abastecimento humano urbano.

3. O histórico do ATLAS ÁGUAS remete ao primeiro *Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água* (ANA, 2010)¹, que consolidou estudos anteriores para as diversas regiões do País e pela primeira vez, no âmbito da ANA, concebeu metodologia específica para a avaliação da vulnerabilidade das sedes urbanas tanto sob o ponto de vista do manancial quanto do sistema de produção de água. Na época, para cada sede urbana, foi calculado o GAD (Grau de Atendimento da Demanda), de forma a aferir a disponibilidade hídrica dos mananciais, superficiais e subterrâneos, e a capacidade das principais unidades do sistema produtor em atender as demandas urbanas (atuais e futuras).

¹ O Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água pode ser acessado em <http://atlas.ana.gov.br> > Dados e Links

4. Essa metodologia contribuiu para a avaliação da dimensão humana do Índice de Segurança Hídrica (ISH), elaborado no Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). O ISH considera no total quatro dimensões.

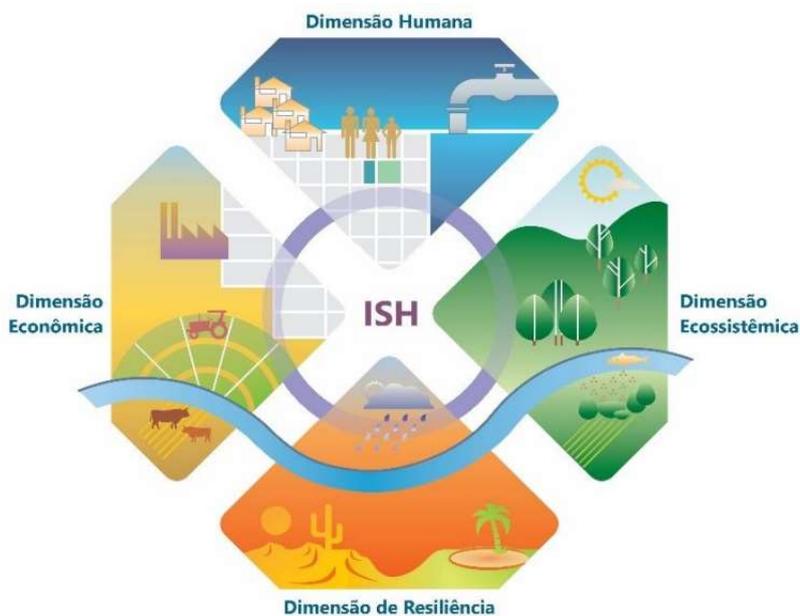


Figura 1. Dimensões do Índice de Segurança Hídrica – ISH no PNSH

5. As dimensões e indicadores do ISH original estão detalhados na publicação (<http://pnsh.ana.gov.br>) e no Manual do ISH². Recentemente, a ANA publicou uma atualização do ISH Humano com os dados atualizados do ATLAS ÁGUAS (Nota Técnica nº 46/2021/SPR; Doc. 02500.045392/2021), disponível no mesmo repositório¹, que não se confunde com o novo ISH-U – aprimoramento da dimensão humana desenvolvido no ATLAS ÁGUAS e que será detalhado nesta Nota Técnica.

6. O ATLAS ÁGUAS atualiza o Atlas Brasil de 2010 e complementa o trabalho iniciado pelo Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) em 2019, mantendo sintonia com o conceito de segurança hídrica e apresentando de forma mais específica as condições de vulnerabilidade e as soluções de planejamento para o abastecimento de água em todas as sedes urbanas brasileiras. Para consolidar o diagnóstico e apoiar o planejamento da oferta e do uso da água, o ATLAS ÁGUAS aprimorou o indicador da dimensão humana do ISH do PNSH, ampliando sua sensibilidade às lacunas da produção e da distribuição de água nas cidades brasileiras.

7. O Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U) considera quatro indicadores, combinados matricialmente em dois subíndices: um relacionado à eficiência da produção de água (indicadores de vulnerabilidade dos mananciais e dos sistemas produtores) e outro sobre a eficiência da distribuição de água (indicadores de cobertura e de desempenho no gerenciamento das perdas). Combinados, os subíndices geram a classificação final da segurança hídrica do abastecimento nas sedes urbanas brasileiras. A Figura 2 ilustra as classes de cada indicador e as combinações que geram os subíndices e o ISH-U final.

8. Antes de detalhar cada indicador, cabe esclarecer o recorte temporal e territorial do estudo. As análises consideram a configuração atual dos sistemas de abastecimento de água (2021), conforme informado pelos prestadores e outras fontes de dados consultadas para o ATLAS ÁGUAS.

²<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66>



9. Muitas informações, como a disponibilidade hídrica e as demandas hídricas de outros setores usuários, são calculadas na Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 5k³ (BHO 5k) – base de referência da ANA que subdivide o território brasileiro em cerca de 460 mil áreas de contribuição hidrográfica (microbacias).

10. Todos os mananciais e sistemas que atendem as sedes urbanas foram analisados no ATLAS, inclusive aqueles que também atendem algum distrito de um mesmo município. Apenas os sistemas exclusivos de distritos isolados não fazem parte do escopo. Os mananciais superficiais e subterrâneos (representados por pontos de captação) e os sistemas produtores, ou o município, a depender da variável/indicador, são as principais unidades de análise do ATLAS. Algumas classificações municipais derivam das médias ponderadas das classificações dos mananciais/sistemas que atendem o mesmo município. O escopo do ATLAS engloba todos os municípios, à exceção de apenas três que não possuem sistemas públicos de abastecimento (Queimada Nova/PI, Bom Jesus do Araguaia/MT e Galinhos/RN).

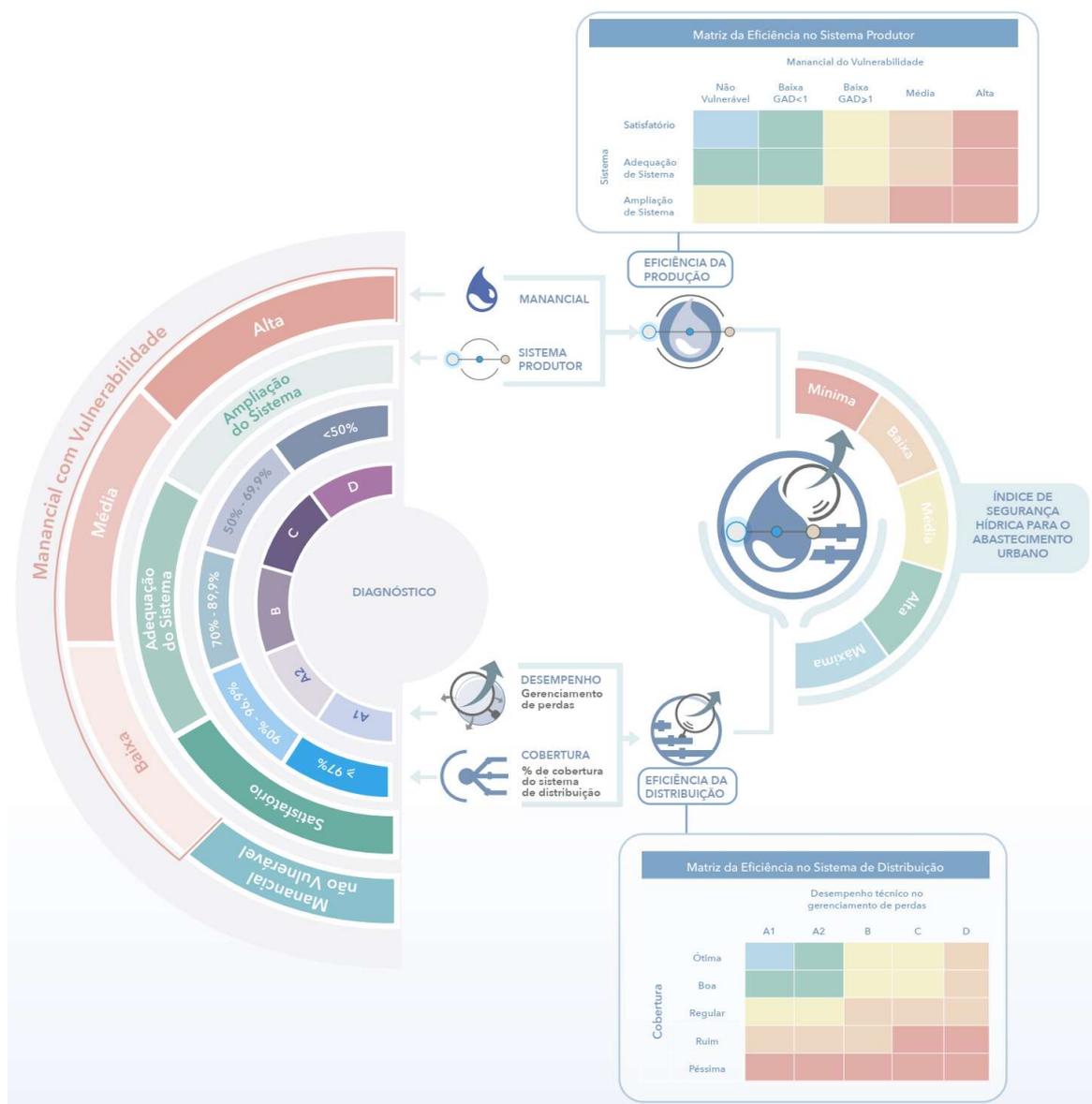


Figura 2. Indicadores e subíndices do Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U)

³ <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/f7b1fc91-f5bc-4d0d-9f4f-f4e5061e5d8f>

C. EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO DE ÁGUA

Vulnerabilidade do Manancial

11. A determinação da vulnerabilidade do manancial é a mais complexa dentre os indicadores do ATLAS, por considerar um conjunto de níveis objetivos e uma análise integrada (essa com variáveis adicionais e a partir da interlocução com os prestadores do serviço).

12. Os **níveis objetivos** são: (i) a resiliência local, (ii) o grau de atendimento à demanda e (iii) o porte dos mananciais. A cada nível desfavorável, o município aumenta a sua vulnerabilidade – de não vulnerável para vulnerabilidade baixa, média e alta – nesse último caso, quando os três níveis avaliados são desfavoráveis.

13. **(i) A resiliência local** foi avaliada pela classificação do Índice de Segurança Hídrica para a Dimensão Resiliência (ISH-S), obtida do PNSH, que considera a reserva artificial (com 50% do peso), a reserva natural (16,67%), o potencial de armazenamento subterrâneo (16,67%) e a variabilidade pluviométrica (16,67%). O Manual do ISH detalha os cálculos⁴. Para as captações superficiais foi adotado o valor do ISH-S da microbacia onde a captação está localizada. No caso subterrâneo, a avaliação é feita por município, com o ISH-S médio no território municipal como indicador da resiliência.

14. No ATLAS, quanto à resiliência, captações com classe mínima ou baixa no ISH-S foram consideradas vulneráveis, e as demais classes não vulneráveis (resiliência média, alta e máxima).

15. **(ii) O grau de atendimento à demanda – GAD** (ou relação demandas/oferta) nos pontos de captação é uma informação crucial e foi o principal indicador adotado no Atlas Brasil 2010 (antecessor do ATLAS ÁGUAS). Assim, o GAD representa o nível de comprometimento da oferta disponível no manancial perante as demandas alocadas no mesmo (no local e a montante).

16. As estimativas de demandas hídricas consideraram o abastecimento urbano e os demais usos principais da água a montante das captações: abastecimento rural, abastecimento animal, agricultura irrigada, indústria de transformação, aquicultura, mineração e termelétrica, seguindo a metodologia do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil⁵ (ANA, 2019) e atualizações realizadas para o ATLAS.

17. A disponibilidade hídrica superficial de referência da ANA, atualizada para o diagnóstico do ATLAS e detalhada na Nota Técnica nº 75/2020/SPR⁶, foi adotada para as captações superficiais. Essa disponibilidade foi representada pela estimativa da vazão mínima com permanência de 95% (Q_{95%}), ou seja, com 5% de probabilidade de falha; e pelas vazões regularizadas e defluentes dos principais reservatórios de acumulação do País.

18. No caso das captações subterrâneas, foi realizado no ATLAS um trabalho complementar de compilação e complementação de estimativas de disponibilidade hídrica, gerando valores médios por município, que representam a reserva potencial explorável (RPE). A RPE equivale à parcela da recarga potencial direta (RPD) que pode ser utilizada de forma sustentável – é estimada com base no coeficiente de sustentabilidade (CS), definido como o percentual máximo recomendado para se aplicar à RPD, de modo a evitar efeitos adversos nos aquíferos e redução significativa das vazões de base dos rios.

19. Captações com GAD (Demanda Total/Disponibilidade de Referência) maior que 1 (ou 100%), foram consideradas vulneráveis.

⁴ <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66>

⁵ <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd>

⁶ <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/7ac42372-3605-44a4-bae4-4dee7af1a2f8>



20. (iii) **Porte do manancial** – uma das lições das crises hídricas dos últimos anos é que mesmo captações localizadas em condições normais favoráveis de resiliência e de relação demanda/oferta, apresentam risco elevado de desabastecimento em um período mais prolongado de estiagem, especialmente no caso de mananciais de menor porte, além de maiores incertezas nos próprios valores de disponibilidade. Por exemplo, um município abastecido por um reservatório de 100 hm³ tende a ter mais segurança hídrica que o mesmo município abastecido por 10 reservatórios de 10 hm³, na mesma região e mantidas as demais condições.

21. Essa hipótese foi testada observando qualitativa e quantitativamente a distribuição dos pontos de captação e os valores de seus portes em relação a boletins de seca, registros de decretos de seca, informações dos prestadores e dos especialistas regionais do ATLAS. Definiu-se como critério que não são vulneráveis quanto ao porte: captações superficiais com disponibilidade Q_{95%} superior a 200 litros por segundo (rio) ou, caso no Semiárido, açude/reservatório com capacidade superior a 60 hm³; captações subterrâneas localizadas em aquíferos confinados com produtividade moderada ou maior, exceto cársticos⁷; e demais captações subterrâneas com disponibilidade superior a 1 litro por segundo por km².

22. Como muitos municípios possuem mais de um manancial, representados por pontos de captação, para avaliação do porte é realizada uma média ponderada das classificações individuais utilizando o percentual de atendimento de cada manancial na demanda total, conforme a equação:

$$Média_p = \sum_{i=1}^n C_i \times P_i$$

Onde:

- C: Classificação numérica da vulnerabilidade de um manancial do município, onde: Manancial não Vulnerável = 1; Baixa Vulnerabilidade = 2; Média Vulnerabilidade = 3; Alta Vulnerabilidade = 4.
- P: Percentual de atendimento deste manancial no município;
- n: Número de mananciais do município;
- i: Índice do manancial.

O resultado da média ponderada é reclassificado para as classes de acordo com o Quadro:

Resultado da Média Ponderada	Classificação Final Municipal
Menor que 1,5	Manancial Não Vulnerável
Entre 1,5 e 2,5	Manancial com Baixa Vulnerabilidade
Entre 2,5 e 3,5	Manancial com Média Vulnerabilidade
Maior que 3,5	Manancial com Alta Vulnerabilidade

23. De posse dos resultados dos três níveis objetivos de vulnerabilidade, foi realizada a **análise integrada**, com indicadores quantitativos e qualitativos complementares, e informações dos operadores em comunicações e reuniões de discussão e validação do diagnóstico. Essa análise foi coordenada por especialistas regionais da equipe do ATLAS que, conforme a preocupação local/regional, propuseram aumento ou diminuição da vulnerabilidade, aderente à realidade de cada município. A eventual reclassificação de vulnerabilidade é atribuída diretamente ao município, e não por captações separadamente.

⁷ Mapa e informações das unidades subaflorentes do Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo (CPRM, 2014).



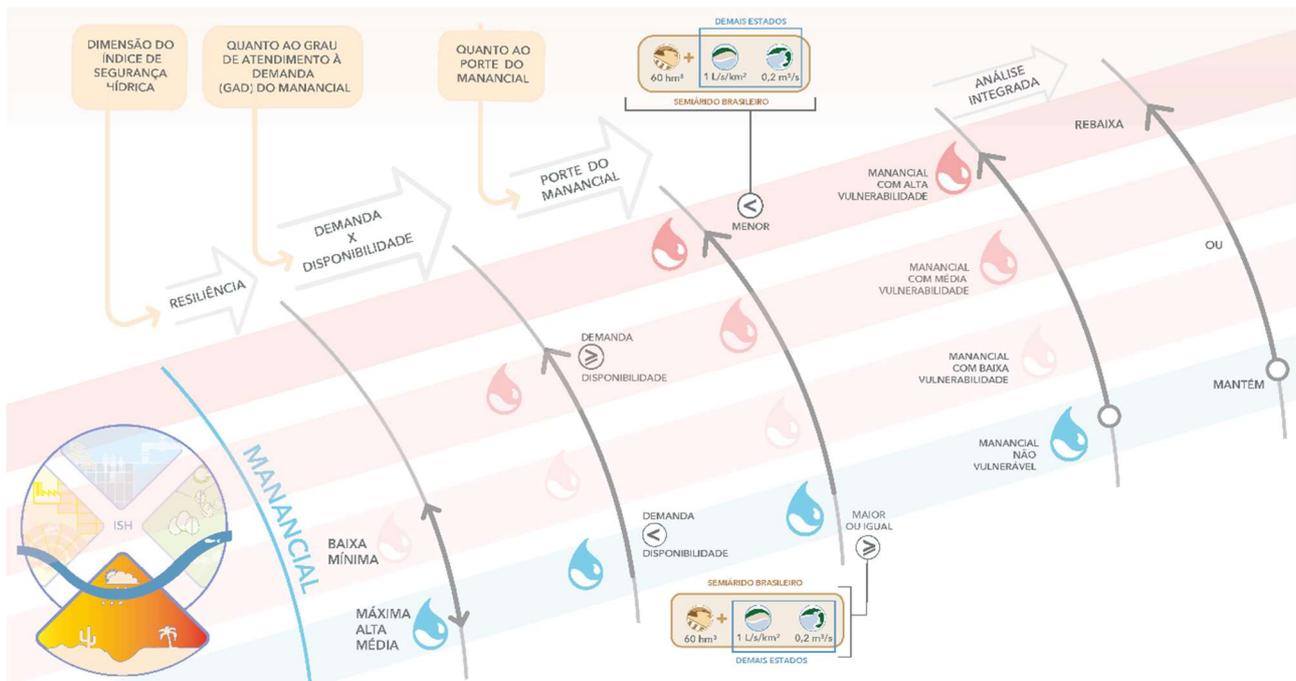


Figura 3. Ilustração das etapas de classificação da vulnerabilidade do manancial

24. A **qualidade da água** foi a principal das temáticas analisadas na análise integrada. Foram observados os riscos decorrentes da proximidade de barragens de rejeito de mineração dos pontos de captação, proveniente da dimensão ecossistêmica do ISH/PNSH; e a análise da $DBO_{5,20}^8$ remanescente nos cursos d'água, considerando padrões definidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005, utilizando as informações do Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas (<http://atlasesgotos.ana.gov.br>). Informações dos prestadores também foram incorporadas na análise.

25. O **GAD municipal** também foi utilizado como apoio à análise integrada. Diferente do GAD manancial e sua ponderação por município apresentada anteriormente, o GAD municipal compara a soma das demandas hídricas com a soma das disponibilidades hídricas dos mananciais. Saldos positivos indicam que folgas em alguns mananciais já utilizados para abastecimento podem suprir déficits em mananciais mais pressionados – situação tendencialmente menos crítica que municípios que precisarão buscar novos mananciais.

26. **Outras fontes** de consulta da **análise integrada** são listadas a seguir:

- i. Informação de colapso ou iminência de colapso do abastecimento municipal: com base nos Boletins de Seca elaborados pela ANA entre 2016 e 2018, em parceria com os Estados, para o Nordeste Setentrional;
- ii. Número de Decretos de Seca do município: atentou-se para os decretos emitidos efetivamente para as áreas urbanas, pois somente estes tiveram influência na análise;
- iii. Informações disponibilizadas pela concessionária: quanto à condição de abastecimento de água nas sedes urbanas, especialmente problemas recorrentes e estruturais;

⁸ Demanda Bioquímica de Oxigênio: quantidade de oxigênio consumida em processos biológicos durante 5 dias em uma temperatura de 20°C ($DBO_{5,20}$).

iv. Outras: podem ser agregadas informações que permitam uma análise mais detalhada da situação real do abastecimento de água, como por exemplo, reportagens, notícias e informações constantes em meio digital e ou físico, checadas junto aos prestadores ou especialistas regionais.

27. Cabe reiterar o duplo papel da análise integrada na classificação de vulnerabilidade dos mananciais: a) validar a consistência dos resultados obtidos na etapa anterior; e b) capturar realidades locais e corrigir resultados em alguns sistemas mais complexos. Destaca-se que a análise integrada levou a reclassificação de pequena parcela dos resultados iniciais (10% dos municípios).

28. Com esse conjunto de etapas, o ATLAS, que em sua versão original de 2010 baseava-se principalmente no balanço hídrico entre oferta e demanda de água (GAD), expande a forma de caracterizar o risco de desabastecimento da população urbana frente a eventos de seca extremos intensificados por mudanças climáticas.

29. Desde o ISH Resiliência como fator de reconhecimento de áreas críticas e vulneráveis com relação ao potencial dos estoques de água; até o porte do manancial onde se reconhece que mananciais de pequena capacidade possuem maiores incertezas na sua disponibilidade hídrica e são menos resilientes a secas extremas ou prolongadas; passando pela necessária e central análise do GAD (demandas de todos os setores/oferta) e pela análise integrada; o ATLAS ÁGUAS buscou representar nos seus indicadores de diagnóstico do manancial a consideração do risco climático, orientando, na etapa de planejamento, propostas de implantação de medidas adaptativas.

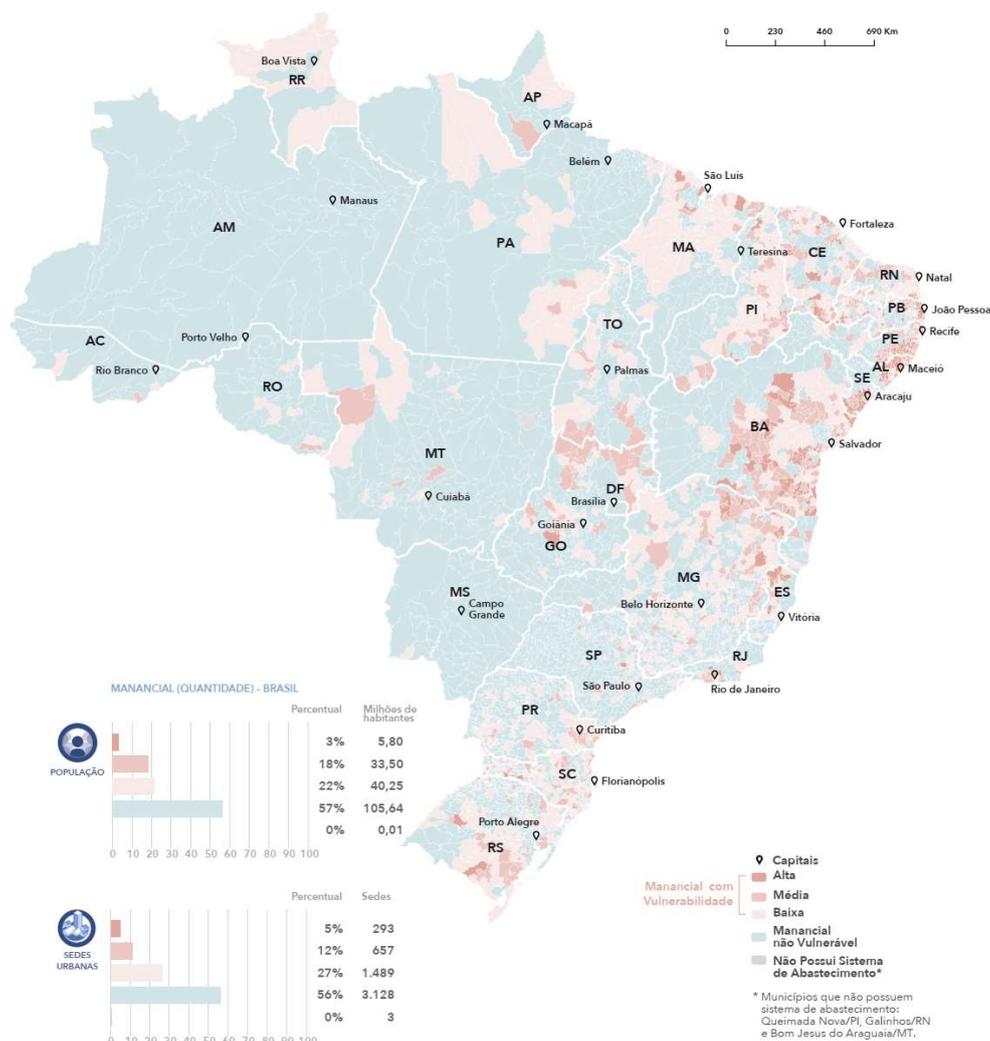


Figura 4. Indicador de vulnerabilidade do manancial

30. Os resultados globais (Figura 4) indicam que 56% das sedes urbanas possuem Manancial não Vulnerável, o que corresponde a uma população atendida de aproximadamente 106 milhões de habitantes, correspondente a 57% da população urbana do Brasil. 44% das sedes possuem manancial com algum grau de vulnerabilidade (baixa, média ou alta), das quais 5% foram classificadas com alta vulnerabilidade, responsáveis por atender 5,8 milhões de habitantes.

Vulnerabilidade do Sistema Produtor

31. A classificação dos sistemas produtores é relativamente simples, consistindo no cálculo do grau de atendimento da demanda (GAD Sistema) nas principais unidades do sistema (estruturas de captação, adutoras, estações elevatórias e estações de tratamento).

32. Caso uma ou mais unidades do sistema indiquem incapacidade de atendimento, o sistema recebe o maior grau de vulnerabilidade (necessidade de ampliação). Caso a questão seja a ausência de bomba reserva ou poço sem indicação de tratamento, é indicada a adequação do sistema para análise.

33. Em municípios com mais de um manancial, a classificação municipal representa a pior classificação, ou seja, caso um dos sistemas indiquem “ampliação”, essa será a classificação do município para fins de análise do planejamento proposto para sanar o gargalo de abastecimento.

34. Por fim, informações qualitativas, especialmente dos prestadores, foram utilizadas para eventualmente reclassificar o município quanto às necessidades de ampliação ou adequação do sistema produtor de água.

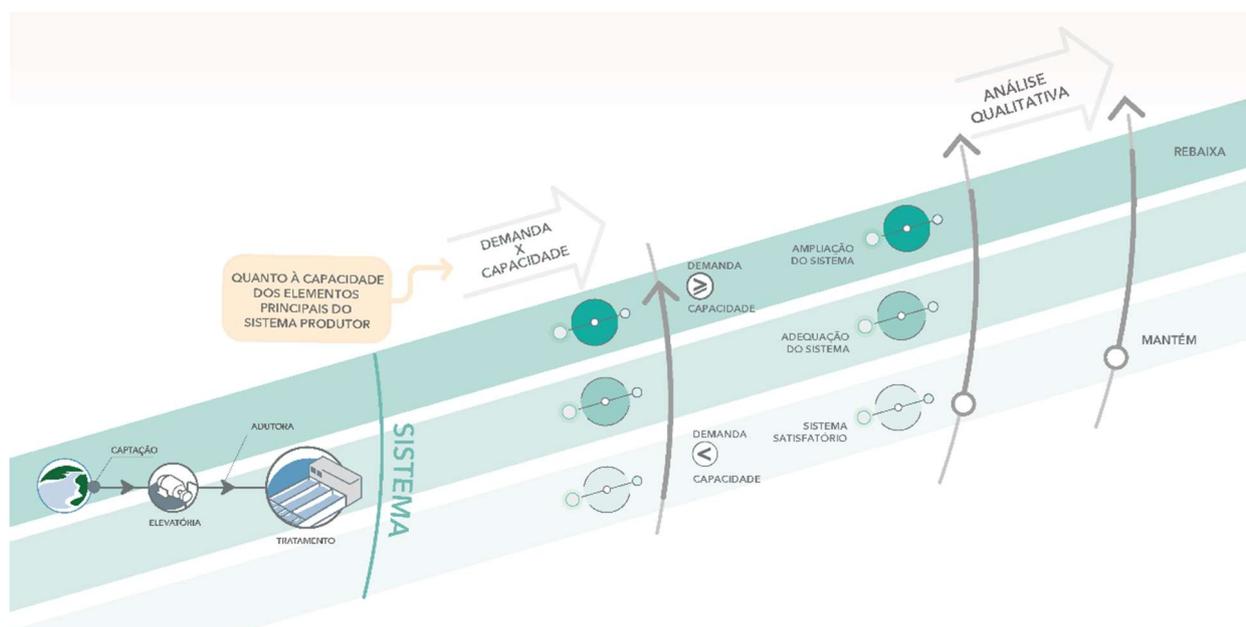


Figura 5. Ilustração das etapas de classificação da vulnerabilidade do sistema produtor

35. Os resultados (Figura 6) mostraram que 39% das sedes urbanas possuem sistemas produtores de água satisfatórios, o que corresponde a uma população atendida de aproximadamente 40,7 milhões de habitantes – 22% da população urbana do Brasil. Cerca de 42% das sedes precisam de ampliações das unidades do sistema e os demais 19% necessitam de adequações.



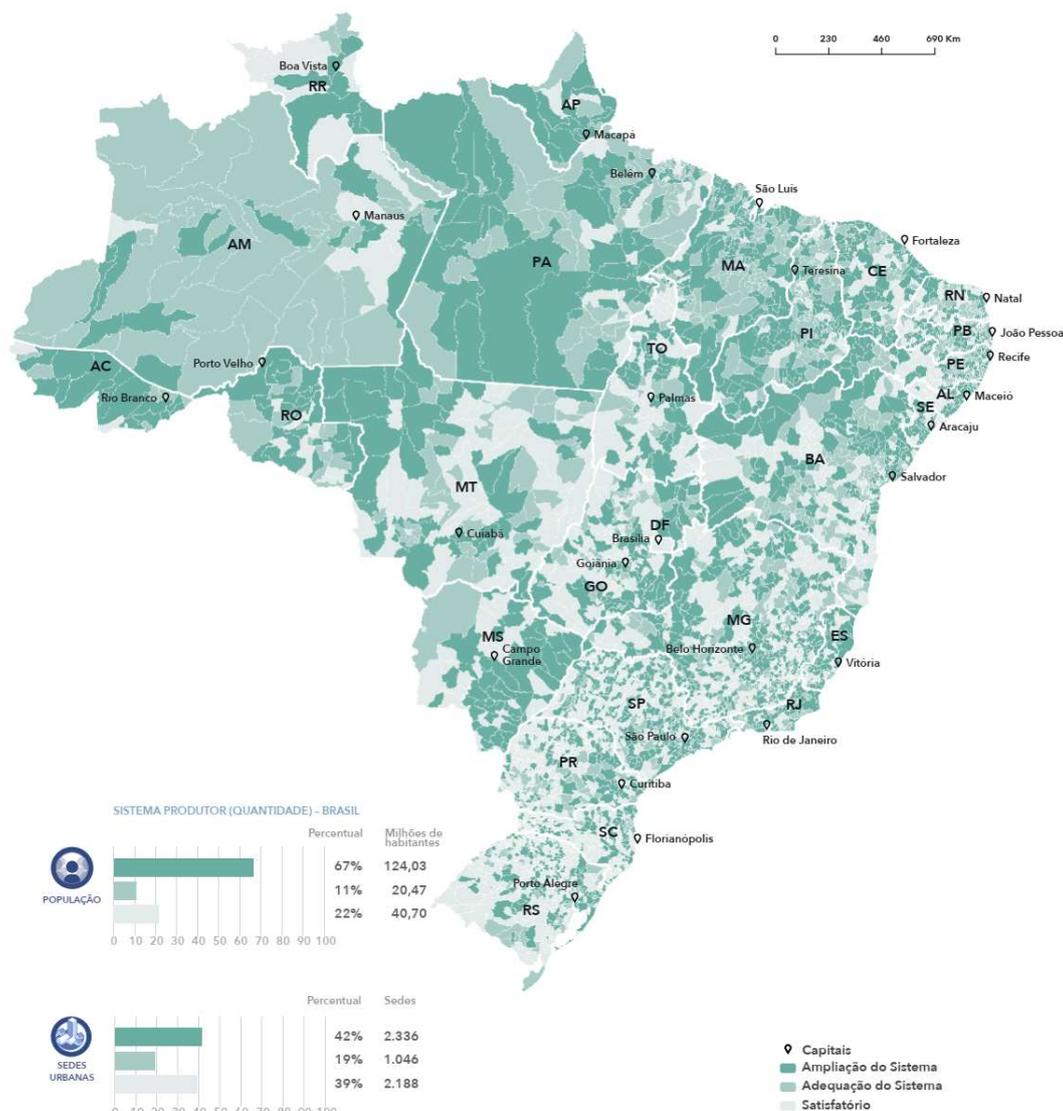


Figura 6. Indicador de vulnerabilidade do sistema produtor

Índice de Eficiência da Produção de Água

36. A determinação da eficiência no sistema produtor se deu mediante matriz que correlaciona os dois indicadores analisados (Figura 2), de modo que quanto menor a vulnerabilidade do **manancial** e menor a necessidade de melhorias no **sistema produtor**, mais eficiente é o sistema de produção. Destaca-se o maior peso dado ao manancial na composição da eficiência – altas vulnerabilidades nas fontes hídricas são graves independentemente da configuração do sistema que, mesmo estando bem dimensionado, corre maior risco de não atendimento à demanda por falta de água no manancial. A Figura 7 ilustra os resultados consolidados por município.

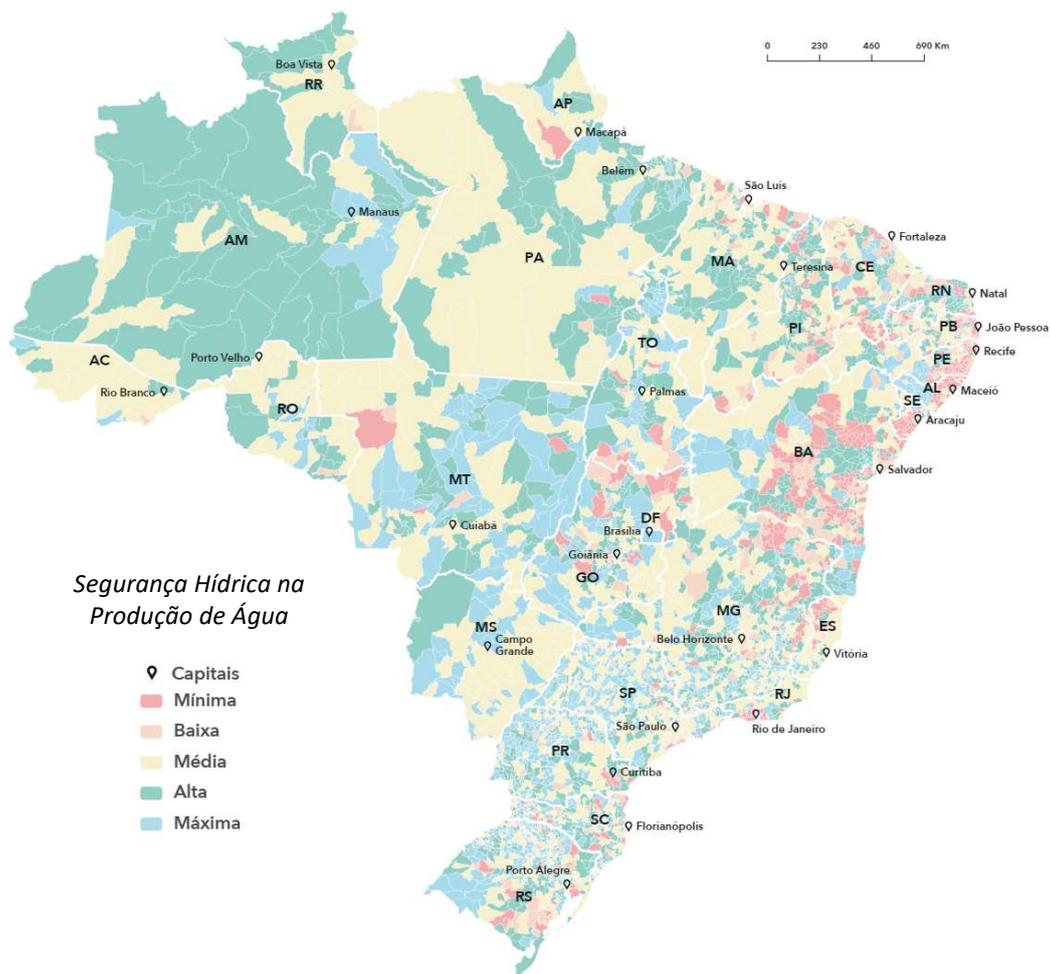


Figura 7. Subíndice de eficiência do sistema produtor de água

D. EFICIÊNCIA DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Nível de Cobertura

37. O diagnóstico da distribuição identificou o déficit de reservação de água tratada e da cobertura de rede e ligações para atendimento pleno da população urbana, ou seja, para disponibilização de rede distribuidora na “porta” a 100% da população urbana.

38. Os déficits foram estimados através da população não atendida com redes e ligações, representada pela diferença entre população urbana residente do município e população urbana atendida pelo serviço, utilizando-se dados disponíveis no Sistema Nacional de Informações do Saneamento (SNIS), complementados, em suas inconsistências ou ausência de dados, pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) do IBGE.

39. No ATLAS, para fins de composição do subíndice, a cobertura foi considerada ótima quando superior a 97%; boa entre 90 e 97%; regular entre 70 e 90%; ruim entre 50 e 70%; e péssima quando menor que 50%.

40. Os resultados (Figura 8) indicam que 64% das sedes urbanas possuem uma cobertura ótima, o que corresponde a uma população atendida de aproximadamente 121,2 milhões de habitantes, 66% da população urbana do Brasil. Apenas 4% das sedes possuem péssima cobertura, responsáveis por atender 6,1 milhões de habitantes. Os maiores déficits ocorrem nas regiões Norte e Nordeste. As regiões Sul e Centro-Oeste apresentam déficits percentuais e absolutos baixos,



diferente do Sudeste que, embora tenha um déficit relativo baixo, possui um elevado contingente populacional urbano sem acesso à água potável.

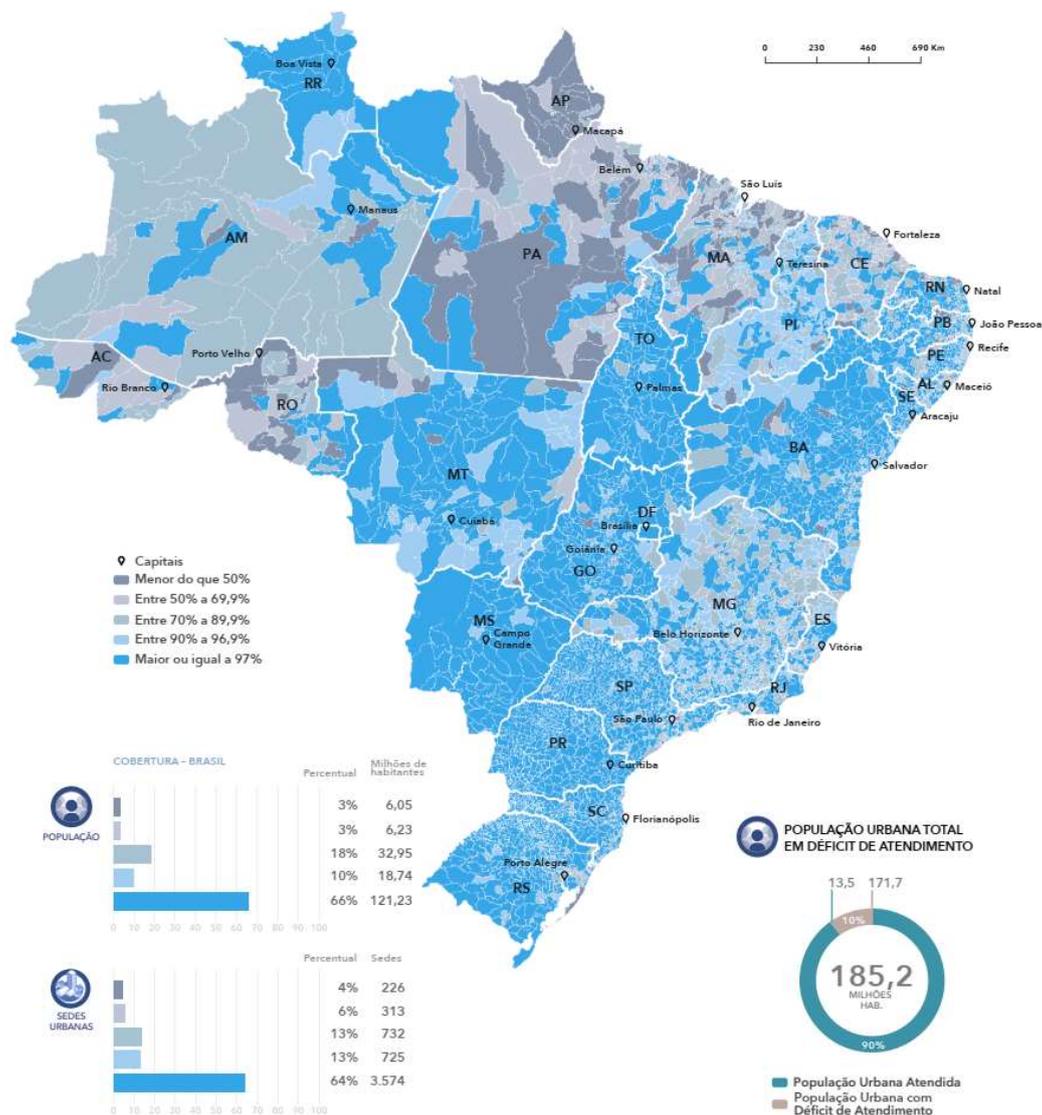


Figura 8. Indicador de cobertura de distribuição de água

Desempenho Técnico no Gerenciamento de Perdas

41. A referência conceitual adotada para quantificar e qualificar as perdas de água nos sistemas de abastecimento foi o modelo de balanço hídrico de massas da *International Water Association* – IWA, ajustado para a utilização de dados do SNIS. Optou-se pelo uso desse modelo por ser uma ferramenta que organiza e define com clareza os componentes do balanço e a forma com que se relacionam, permitindo ainda ver a existência de falhas nos dados utilizados no modelo e, eventualmente, a utilização de recursos paramétricos para substituir informações sabidamente com problemas. Os principais indicadores de desempenho operacional derivados do balanço hídrico de massa são listados a seguir:

42. **1. TMA - Tempo Médio de Abastecimento Diário (h/dia):** Sistemas de abastecimento são projetados para serem contínuos, por muitos motivos: preservar a qualidade da água, propiciar dimensionamento mais econômico, reduzindo custos para os usuários, reduzindo arrebitamentos e preservando a vida útil normal da infraestrutura. Esse indicador representa, portanto, o tempo médio diário, em base anual, em que o sistema permaneceu pressurizado. As perdas reais

(vazamentos na infraestrutura do sistema distribuidor) só existem enquanto o sistema está pressurizado. Tudo o que está pressurizado pode vazar. Na ausência de pressão, não há vazamentos. Torna-se injusto comparar as perdas de água entre um sistema intermitente e um sistema contínuo, sem introduzir uma correção por TMA no indicador de perdas pelo seguinte fator de ajuste: (indicador de perdas reais) x (24/TMA). Com os dados do SNIS, é possível um cálculo aproximado de TMA utilizando-se as informações do Sistema detalhadas abaixo. Com este procedimento, o TMA é calculado somente com as intermitências e paralisações com duração maior que 6 horas.

$$TMA = \frac{8760 - TI}{365}$$

Onde:

TMA = Tempo Médio de Abastecimento Diário (h/dia);

TI = Tempo de Intermitência (h/ano).

$$TMA = \frac{(8760 - \left(\frac{QD003 + QD022}{QD002 + QD021}\right) \times \left(\frac{QD004 + QD015}{AG003}\right))}{365}$$

$$\text{Duração Média (h)} = \frac{QD003 + QD022}{QD002 + QD021}$$

$$\text{Fator de repetição anual} = \frac{QD004 + QD015}{AG003}$$

Onde:

QD003 = Duração das paralisações (soma das paralisações maiores que 6 horas no ano) (horas/ano);

QD022 = Duração das interrupções sistemáticas (horas/ano);

QD002 = Quantidades de paralisações no sistema de distribuição de água (paralisações/ano);

QD021 = Quantidade de interrupções sistemáticas (interrupções/ano);

QD004 = Quantidade de economias ativas atingidas por paralisações (economias/ano);

QD015 = Quantidade de economias ativas atingidas por interrupções sistemáticas (economias/ano);

AG003 = Quantidade de economias ativas de água (economias).

43. **2. PMS - Pressão Média do Sistema (mca):** É um parâmetro holístico que se aplica a um dado setor de abastecimento estanque. Representa a pressão em um ponto médio da superfície piezométrica do sistema distribuidor, apurada em termos de média anual, para efeito do balanço hídrico. Nas avaliações chamadas “bottom up” PMS representa médias horárias ou diárias conforme o caso. Em um sistema que trabalhe com uma pressão média maior que outro, as vazões dos vazamentos serão maiores, ou seja, existe uma relação de proporcionalidade entre pressão média e vazão dos vazamentos. Os pesquisadores da IWA definiram a relação entre volume de vazamento e pressão média para um sistema distribuidor de água de acordo com a seguinte relação:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{N1}$$

Onde:

Q1 = Volume final de vazamentos em um dado período;

Q0 = Volume de vazamentos no início do período;

P1 = Pressão Média ao final do período;



P₀ = Pressão Média no início do período

N1 = Fator de escala que representa a mescla de materiais utilizados no sistema distribuidor. Em um setor estanque com VRP na entrada é possível medir o valor de N1. Na ausência de medição, uma boa aproximação é N1=1, mas ele pode variar entre 0,5 e 2,5. Em testes de campo, valores fora desse range devem ser descartados.

44. **3. PRAC - Perdas Reais Anuais Correntes (m³/ano):** Corresponde ao volume perdido em vazamentos ao longo de 1 ano, calculado pela fórmula: PRAC = Volume de Entrada – Consumo Autorizado – Perdas Aparentes, incluindo os volumes perdidos em vazamentos indetectáveis pelos métodos de detecção acústica (chamados “inerentes”) e os vazamentos detectáveis não aflorantes (não visíveis ou não reportados) ou que afloram (visíveis). Este volume dará base para o cálculo de indicadores das perdas reais derivados do balanço hídrico.

45. **4. PRAI – Perdas Reais Anuais Inevitáveis (m³/ano).** A PRAI é calculada por meio de uma fórmula empírica para um sistema de referência da IWA, com boa infraestrutura e excelente gestão de vazamentos. Usada no cálculo do IVI servirá para comparar a PRAC do sistema com o desempenho do sistema de referência.

$$PRAI\left(\frac{m^3}{ano}\right) = \frac{(18 * ER + 0,8 * NL) * PMS * \left(\frac{24}{TMA}\right) * 365}{1000}$$

Onde:

ER = Extensão de rede (km);

NL = Número de ligações (un);

PMS = Pressão Média do Sistema (mca);

TMA = Tempo Médio de Abastecimento (h/dia).

46. **5. IVI – Índice de Vazamento da Infraestrutura (adimensional):** O IVI é calculado pela fórmula IVI = PRAC/PRAI. Com esta definição o IVI representa quantas vezes a infraestrutura do nosso sistema distribuidor é pior que a infraestrutura de referência da IWA. Este indicador apresenta sensibilidade para o volume anual de perdas reais, além dos parâmetros: extensão de redes, quantidade de ligações, PMS e TMA, sendo considerado o indicador mais adequado para comparar o desempenho de diferentes infraestruturas.

47. A categorização de sistemas de abastecimento por desempenho técnico em termos de IVI foi proposta pelo Banco Mundial, de acordo com a tabela e ilustração apresentadas a seguir:

Matriz de Avaliação de Perdas Reais do Banco Mundial

Performance técnica (País em Desenvolvimento)	IVI
A1	< 2
A2	2 a 4
B	4 a 8
C	8 a 16
D	> 16

Fonte: Liemberger, WBEasyCalc, 2020.⁹

⁹ LIEMBERGER & PARTINERS. World Bank - EasyCalc. 2020. Disponível em: <https://www.liemberger.cc/>.



CLASSES: DESEMPENHO TÉCNICO DA INFRAESTRUTURA - GERENCIAMENTO DE PERDAS

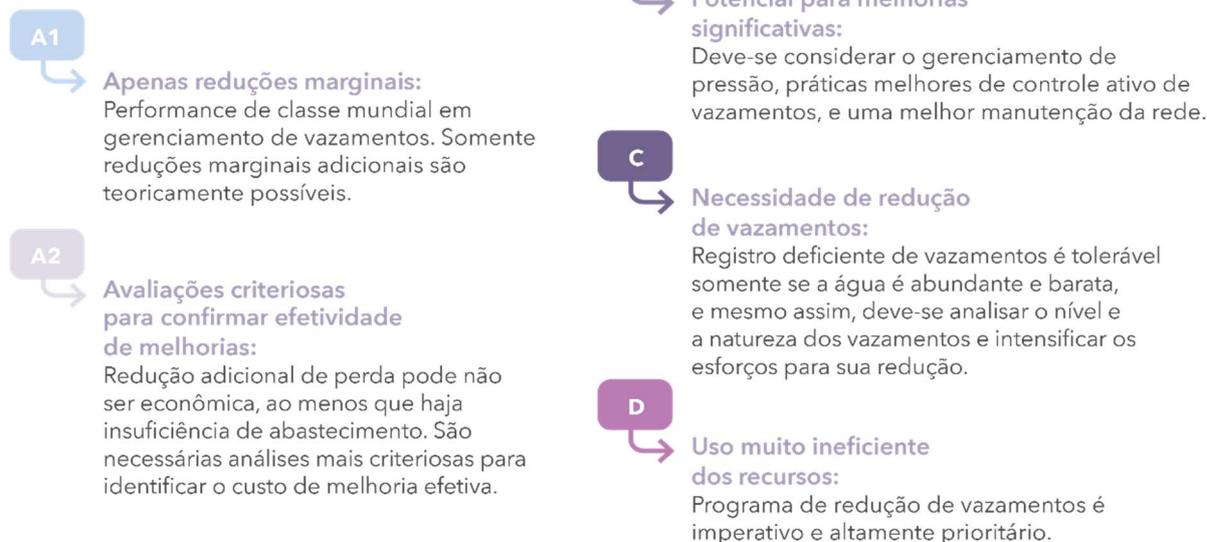


Figura 9. Ilustração das classes de desempenho técnico no gerenciamento de perdas

48. No ATLAS ÁGUAS, a qualidade da prestação dos serviços foi avaliada por meio do desempenho técnico da infraestrutura, segundo essas classes, por ser uma classificação que é resultado da composição de diversos indicadores, parâmetros e informações que permitem estabelecer uma comparação de desempenho mais homogênea entre sistemas de distribuição de características bastante distintas.

49. No Brasil, não há nenhum município na categoria A1. Na categoria A2 são 2.543 municípios (45,7%), 2.715 municípios são classificados nas categorias B, C ou D de performance técnica no gerenciamento de perdas (48,7%) e para 312 municípios não foi possível calcular o IVI devido a deficiência nos dados (5,6%). Dos 2.715 municípios nas categorias B, C ou D de performance técnica no gerenciamento de perdas, 513 possuem mananciais com alta ou média vulnerabilidade. A Figura 10 ilustra os resultados por município.



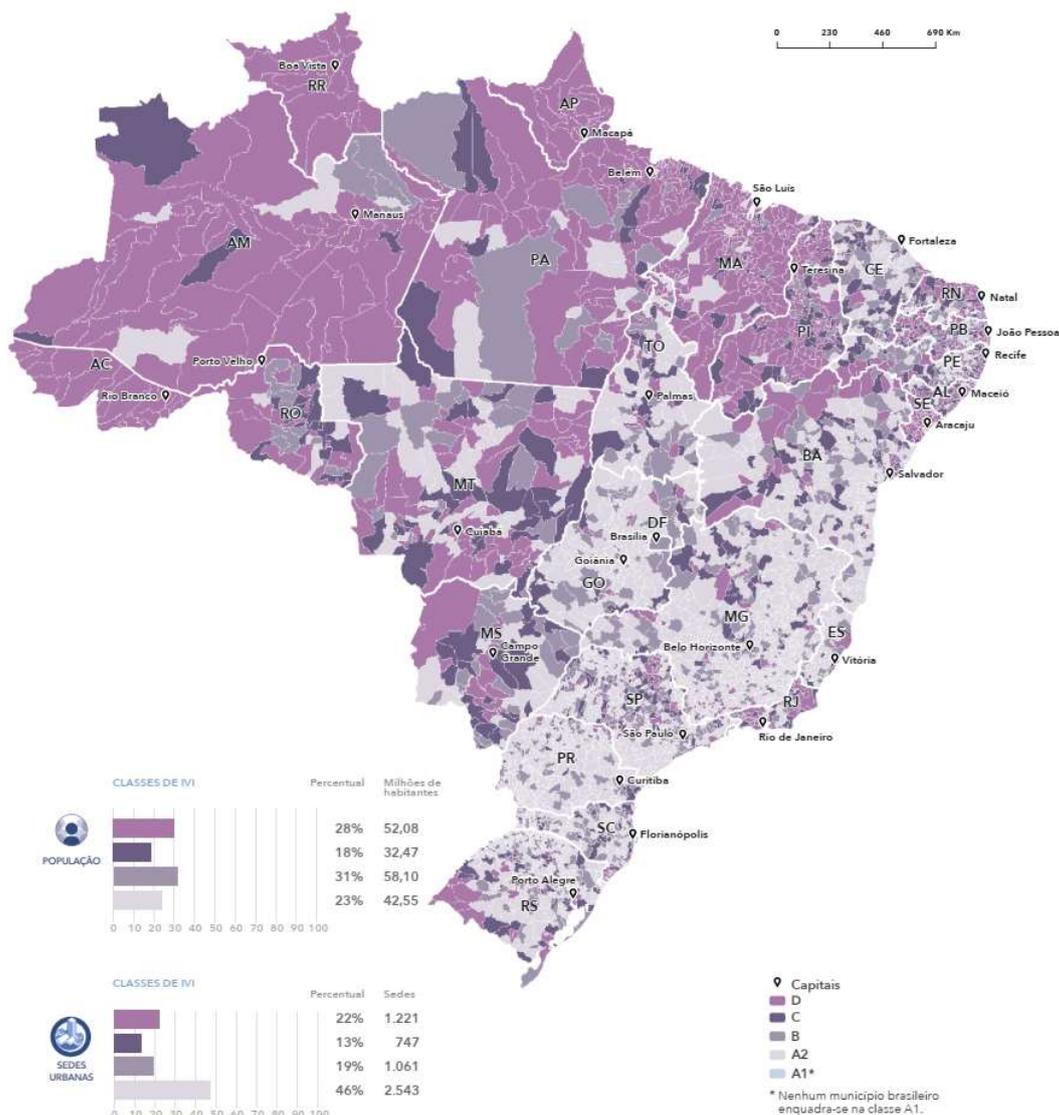


Figura 10. Indicador de desempenho técnico no gerenciamento de perdas

Índice de Eficiência da Distribuição de Água

50. A determinação da eficiência da distribuição de água se deu mediante matriz que correlaciona os dois indicadores analisados (Figura 2): quanto maior a **cobertura** e melhor o desempenho técnico **no gerenciamento de perdas**, mais eficiente é a distribuição. Caso um dos indicadores municipais estejam na pior classe, é atribuída a classe de baixa ou mínima eficiência. A Figura 11 sintetiza os resultados por município.

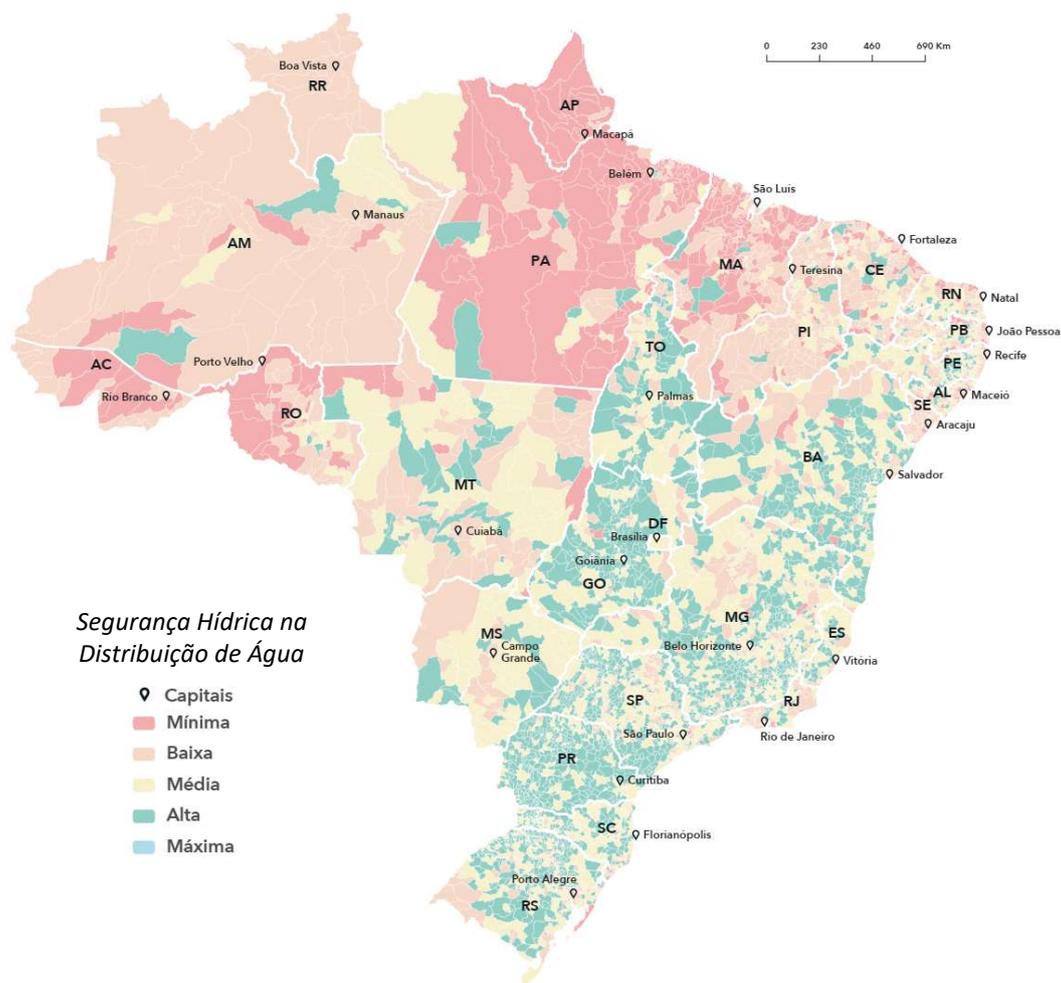


Figura 11. Subíndice de eficiência do sistema de distribuição de água

E. RESULTADO GLOBAL DO ISH-U

51. O ISH-U resulta da combinação dos subíndices de produção e distribuição de água (Figura 2), sintetizados ou agrupados por município nos mapas a seguir.

52. Na composição do ISH-U composto ou global, o município recebe uma nota de 1 a 5 por subíndice, sendo 1 mínima segurança e 5 máxima. Por uma média simples entre produção e distribuição, atribui-se a segurança hídrica conforme a relação a seguir:

Subíndices de Produção e de Distribuição – Média Simples	Classe ISH-U
Média \geq 4,5	Máxima
3,5 \leq Média $<$ 4,5	Alta
2,5 \leq Média $<$ 3,5	Média
1,5 \leq Média $<$ 2,5	Baixa
Média $<$ 1,5	Mínima

53. O indicador do sistema de produção mostrou que a maioria das sedes urbanas são classificadas com eficiência Máxima (1.320) e Alta (1.340), proveniente de baixas vulnerabilidades dos mananciais e sistemas produtores satisfatórios ou requerendo pequenas adequações. Entretanto, 43% da população (79,8 milhões de habitantes) encontram-se em sedes classificadas



com eficiência Média, as quais apresentam maior vulnerabilidade do manancial e sistemas com necessidades de ampliações.

54. Quanto à eficiência do sistema de distribuição, destaca-se que nenhuma sede urbana foi classificada na categoria Máxima, resultado da ausência de cidades com performance classe A1 no gerenciamento de perdas. Grande parcela das sedes e o maior contingente populacional, de 139 milhões de habitantes (75% do total), encontra-se nas sedes classificadas com Média e Baixa eficiências. As regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul possuem mais de 45% de suas populações urbanas em cidades classificadas com Média eficiência, abrigando 65 milhões de habitantes.

55. O Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U Global) revela 667 sedes urbanas classificadas com Segurança Máxima, onde vivem cerca de 7 milhões de habitantes, 4% da população do país. Outras 2.143 sedes foram classificadas com Alta Segurança Hídrica, totalizando 50,2 milhões de habitantes. Por outro lado, quantidade expressiva, 77,3 milhões de habitantes, reside em cidades com abastecimento de água classificado com Segurança Hídrica Média, refletindo a necessidade de intervenções para melhorar um ou mais indicadores. Ao todo, essa parcela corresponde a 42% da população urbana brasileira.

56. Das 737 sedes urbanas que apresentaram Segurança Hídrica Baixa no ISH-U Global, 497 estão localizadas no Nordeste e abrigam aproximadamente 20,8 milhões de habitantes. Já na pior classificação, Segurança Hídrica Mínima, encontram-se 1,0 milhão de habitantes em 48 sedes urbanas, sendo 41 sedes no Nordeste, resultado da alta vulnerabilidade dos mananciais, atrelada a necessidades de ampliações do sistema produtor, aumento da cobertura e melhoria na gestão de perdas.

57. Na região Sudeste, a de maior contingente populacional, a maior parcela das sedes urbanas é classificada com Segurança Hídrica Máxima (246) e Alta (803), cujos sistemas atendem 26,2 milhões de habitantes, 31% do total da região. Essa maior segurança é reflexo da melhor cobertura do sistema de abastecimento de água, associada a um razoável gerenciamento de perdas, resultando em boa eficiência do sistema de distribuição. Em contrapartida, 515 sedes possuem Segurança Hídrica Média, que atendem a 40 milhões de habitantes (47% da população), representando significativo potencial de melhoria.

58. À semelhança da região Sudeste, a Sul também apresenta maior quantitativo de sedes classificadas com Segurança Hídrica Máxima (299) e Alta (575), e população significativa na classe de Segurança Hídrica Média (36% da população). Por sua vez, a região Centro-Oeste foi a única a não apresentar sedes com Segurança Hídrica Mínima, além de possuir a maior percentagem das sedes e população com Segurança Hídrica Alta, refletindo os bons indicadores de produção e distribuição, embora as perdas sejam relativamente altas. Por fim, o Norte apresenta a menor percentagem de sedes urbanas com Segurança Hídrica Máxima, principalmente pelas baixas eficiências dos sistemas de distribuição (cobertura e perdas). A Figura 12 apresenta a classificação do ISH-U Global por município e as principais estatísticas nacionais.



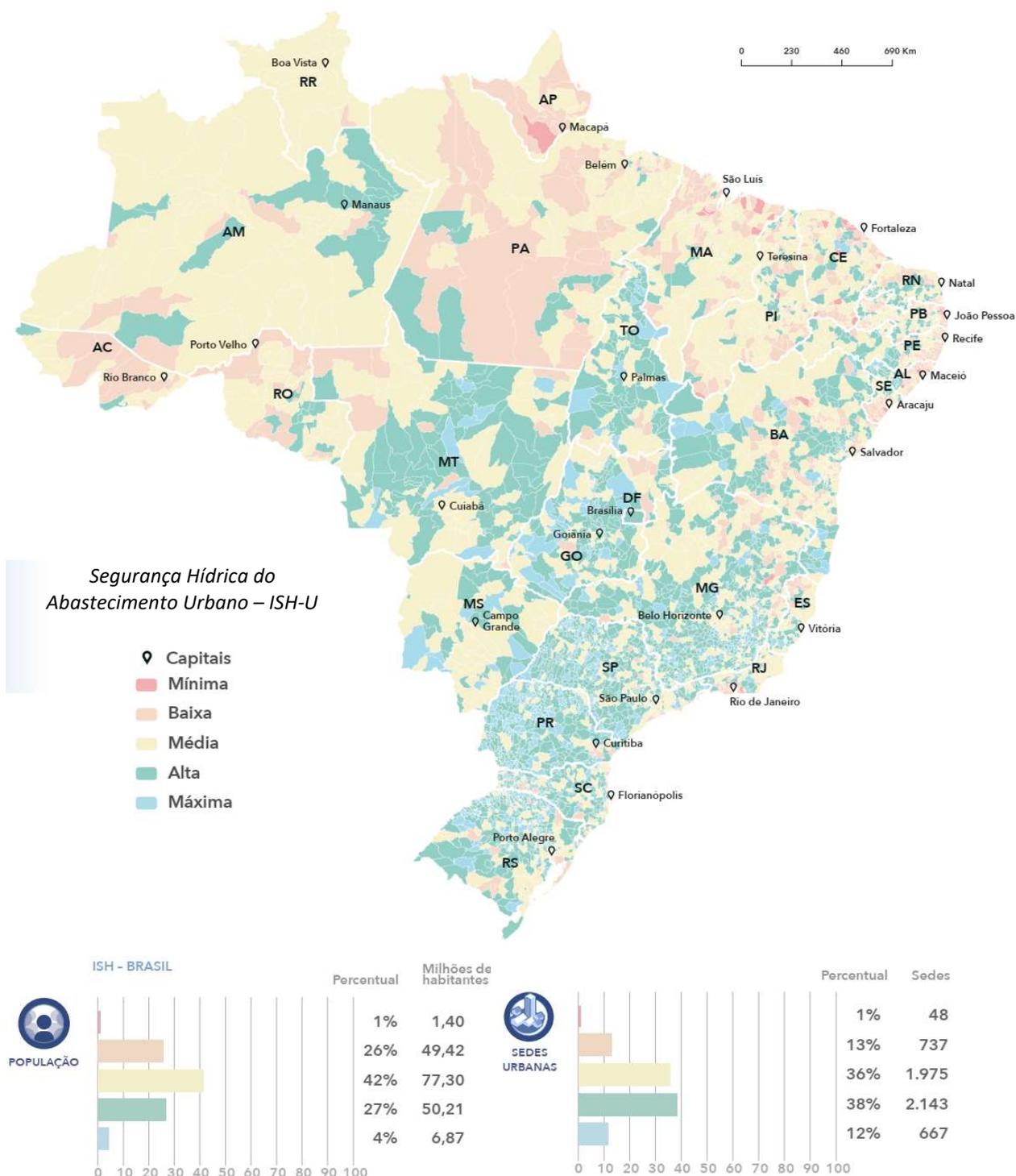


Figura 12. Resultado do ISH-U - Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano

59. A consulta ao ISH-U Global e seus indicadores desagregados por município encontra-se disponível na página do ATLAS (<http://atlas.ana.gov.br>) em painéis de indicadores, mapas interativos, tabelas e metadados, além da publicação, permitindo análises e cruzamentos diversos.

F. ISH HUMANO E ISH URBANO

60. O ISH Humano do PNSH, cuja metodologia encontra-se detalhada no Manual do ISH¹⁰, foi concebido como uma adaptação do GAD (relação demanda/oferta nos pontos de captação), expresso posteriormente como “população em risco”. Com base entre a população urbana em risco absoluta e relativa, são atribuídas classes de segurança conforme a matriz abaixo (onde 1 representa segurança mínima, e 5 segurança máxima). Essa dimensão foi testada considerando o cálculo com as outras três dimensões e suas combinações no ISH Global do PNSH.

População Urbana em Risco (absoluta)	População Urbana em Risco (%)				
	0 - 20%	20 - 40%	40 - 60%	60 - 80%	80 -100%
< 2.000	5	5	4	4	3
2.000 - 5.000	5	4	3	3	2
5.000 - 10.000	4	3	3	2	2
10.000 - 50.000	4	3	2	2	1
> 50.000	3	2	2	1	1

61. Adicionalmente, classes de cobertura com rede de abastecimento são utilizadas na composição do ISH Humano, com peso de 30%, mas apenas quando a classe é inferior à da garantia (classes de população em risco), uma vez que boa distribuição não aumenta a segurança de um local com escassez hídrica no manancial.

62. Ou seja, o ISH Humano é função majoritariamente do balanço hídrico (ou GAD) dos mananciais (pontos de captação dos municípios), expressos na matriz de população em risco (absoluta x relativa) e eventualmente rebaixados por menores coberturas de rede no município.

63. Recentemente, a ANA publicou uma atualização do ISH Humano do PNSH com os dados atualizados do ATLAS (Nota Técnica nº 46/2021/SPR; Doc. 02500.045392/2021)¹¹.

64. O ISH Urbano elaborado no ATLAS, detalhado nos tópicos anteriores e no Capítulo 3 da publicação (<http://atlas.ana.gov.br>), utiliza algumas bases comuns com o ISH Humano (disponibilidade hídrica, demandas, pontos de captação, cobertura de rede etc.), mas incorpora mais dados, premissas e análises de consistência, além de etapas de análise qualitativas, ampliando a caracterização da vulnerabilidade da produção e da distribuição de água para o abastecimento das sedes e, por consequência, sua orientação no planejamento.

65. Assim, por exemplo, o ISH Urbano é sensível (e o ISH Humano não):

- ✓ a problemas nos sistemas produtores (limitação nas principais unidades do sistema para atender à demanda – estruturas de captação, adutoras, estações elevatórias e estações de tratamentos);
- ✓ a vulnerabilidades na qualidade de água nas fontes de água (mananciais); e
- ✓ a fragilidades nos controles de perdas dos sistemas de distribuição.

66. Em escala nacional, essas diferenças são particularmente visíveis no Norte e no Centro-Oeste (Figuras 12 e 13): com alta disponibilidade hídrica nas fontes de abastecimento, a maior parte do municípios alcança classe Máxima no ISH-Humano (ou Alta, quando há o rebaixamento pela menor cobertura de rede); já o ISH-Urbano reflete as diversas necessidades

¹⁰<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66>

¹¹<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66>



de avanço na ampliação de sistemas e no gerenciamento de perdas nessas regiões, que ficam com cerca de 70% dos seus municípios com segurança Média ou Baixa no ISH-U.

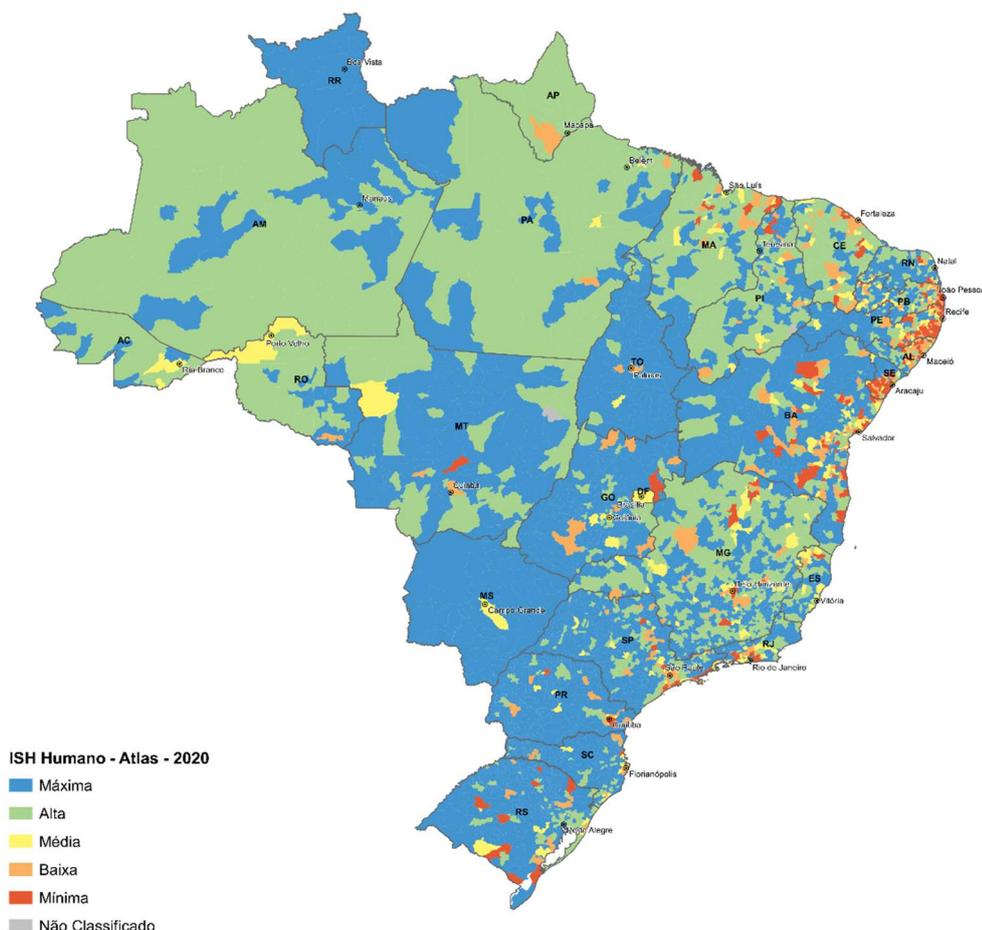


Figura 13. Classificação do ISH Humano por município, atualizado com dados do Atlas Águas

67. O ISH Global do PNSH (sendo o Humano uma das quatro dimensões) e o ISH Urbano foram elaborados para orientar o planejamento do PNSH e do ATLAS ÁGUAS, respectivamente. O ISH-U tem duas dimensões ou subíndices (produção e distribuição) e tem o ISH-S (dimensão Resiliência do PNSH) como um de seus indicadores.

68. Pode-se concluir que ISH Humano e ISH Urbano são dimensões complementares e serão mais ou menos úteis e sensíveis a depender da aplicação pretendida. Cabe destacar que índices e outros indicadores de diagnóstico orientam, mas não são os únicos elementos de tomada de decisão para o planejamento.

G. CONSIDERAÇÕES FINAIS

69. Índices e indicadores – como os que compõe o Índice de Segurança Hídrica (ISH) do PNSH e suas atualizações – têm demonstrado ampla aplicabilidade em pesquisas e políticas públicas. Com boa capacidade de retratar a realidade e pela facilidade de entendimento e comunicação, orientam a proposição de infraestruturas, projetos e estudos para incremento da segurança hídrica.

70. O ATLAS ÁGUAS atualizou e complementou o PNSH com um novo diagnóstico e o planejamento atualizado para alcance da segurança hídrica do abastecimento urbano. O PNSH abarcou as infraestruturas hídricas de caráter regional, o que incluiu por exemplo infraestruturas

propostas para sistemas integrados e regiões metropolitanas. O ATLAS revisitou todas as propostas do PNSH relacionadas ao abastecimento urbano e complementou o panorama dos investimentos necessários para todas as sedes urbanas, considerando produção, reservação, distribuição e reposição de ativos.

71. Para orientar esse planejamento, os levantamentos do ATLAS ÁGUAS junto aos prestadores e outros parceiros institucionais permitiram atualizar o ISH Humano (uma das quatro dimensões do ISH) e aprimorar essa dimensão para o planejamento do abastecimento das cidades – com o ISH Urbano (ISH-U), detalhado ao longo desta Nota Técnica.

72. O ISH-U possui dois subíndices, um relacionado com a produção de água (vulnerabilidade de mananciais e sistemas) e outro com a distribuição de água (cobertura e gerenciamento de perdas). Tanto os subíndices quanto o índice final apresentaram ótimo desempenho para orientar o planejamento da segurança hídrica das sedes urbanas do País.

73. O ISH Urbano é pouco sensível a pequenas atualizações nos dados de entrada, já que a maior parte das classificações dos indicadores adota faixas ou classes. Além disso, nenhuma base de dados é utilizada bruta, sendo necessárias análises de consistência e critérios de preenchimento/correção de dados.

74. Nesse contexto, a forma mais efetiva de monitorar e, eventualmente, reclassificar a segurança hídrica dos municípios ocorre por meio do monitoramento dos investimentos mais significativos. Os investimentos em novos mananciais, ampliações de unidades do sistema de produção de água e gestão da oferta e da demanda são os que efetivamente podem modificar o nível de segurança hídrica de uma sede urbana isolada ou do conjunto de sedes atendidas por sistemas integrados.

75. Sugere-se a publicação e a ampla divulgação desta Nota no portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH (<https://www.snirh.gov.br>).

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)

RODRIGO ALEXANDRE
RIBEIRO FERREIRA
Engenheiro / Analista

(assinado eletronicamente)

ANA CATARINA NOGUEIRA
DA COSTA SILVA
Especialista em Regulação de
Recursos Hídricos e
Saneamento Básico

(assinado eletronicamente)

SÉRGIO RODRIGUES
AYRIMORAES SOARES
Coordenador da SPR/ANA

(assinado eletronicamente)

THIAGO HENRIQUES FONTENELLE
Coordenador de Estudos Setoriais

(assinado eletronicamente)

CARLOS ALBERTO PERDIGÃO PESSOA
Superintendente Adjunto de Planejamento
de Recursos Hídricos

De acordo.

(assinado eletronicamente)

FLÁVIO HADLER TRÖGER
Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos

