

ESCOLA SUPERIOR DO PARLAMENTO CEARENSE - UNIPACE

CIDADES INTELIGENTES, TECNOLOGIAS SOCIAIS E CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE E A JUSTIÇA SOCIAL

Edson Ferreira Lima¹
Dauana Vale Cavalcante²

RESUMO

O artigo analisa as relações entre cidades inteligentes, tecnologias sociais e convivência com o semiárido, demonstrando que modelos de desenvolvimento sustentáveis e socialmente justos requerem articulação entre serviços digitais, automação e tecnologias sociais. O objetivo é discutir como essa integração fortalece justiça social, sustentabilidade e gestão participativa no semiárido brasileiro, evidenciando que tecnologias sociais são parte constitutiva de territórios verdadeiramente inteligentes. Metodologicamente, utiliza abordagem qualitativa com revisão narrativa da literatura, o que permite analisar diferentes perspectivas teóricas e experiências empíricas sobre cidades inteligentes, tecnologias sociais e desenvolvimento regional, destacando como essas dimensões se articulam na realidade do semiárido brasileiro. Os resultados indicam que a noção convencional de cidade inteligente, centrada apenas em automação digital, é insuficiente para territórios vulnerabilizados. Tecnologias sociais desenvolvidas no semiárido promovem inclusão, autonomia e sustentabilidade; articuladas com ferramentas digitais, constroem modelos alternativos orientados pela equidade territorial e democratização da inovação. Conclui-se que cidades inteligentes no semiárido dependem de políticas integradas, valorização de saberes locais, participação social e articulação entre ciência, tecnologia e práticas comunitárias, reafirmando que a inteligência territorial nasce do encontro entre tecnologia digital e tecnologias sociais.

Palavras-chave: cidades inteligentes; tecnologias sociais; semiárido; desenvolvimento territorial; inovação social; sustentabilidade.

¹Licenciado em Ciências Sociais (URCA) e Bacharel em Direito (UNIFAP); Contato/E-mail: edsonlima.advogado@gmail.com

² Mestre em Psicologia (UNIFOR); Contato/E-mail: dauanavale@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o debate sobre cidades inteligentes tem ganhado centralidade nas agendas de planejamento urbano e desenvolvimento territorial, impulsionado pelo avanço acelerado das tecnologias digitais e pela difusão de modelos de gestão orientados à automação, à integração de sistemas e ao uso intensivo de dados. Essa tendência, frequentemente associada a soluções tecnocráticas de alta complexidade, tem consolidado a ideia de que a inteligência resulta fundamentalmente da digitalização e automação dos serviços públicos e da incorporação de dispositivos tecnológicos capazes de otimizar processos e ampliar a eficiência administrativa. Entretanto, tal perspectiva, embora relevante, revela-se insuficiente para compreender a complexidade dos territórios brasileiros, especialmente aqueles situados em regiões marcadas por desigualdades históricas, baixa infraestrutura e forte pluralidade sociocultural, como o semiárido.

É nesse contexto que emerge a necessidade de ampliar e problematizar o conceito de “inteligência” aplicado às cidades e territórios. A experiência acumulada por comunidades rurais do semiárido, região que perpassa pelos nove estados do nordeste brasileiro e o norte do estado de Minas Gerais, caracterizada por baixos índices pluviométricos, irregularidade temporal e espacial das chuvas, altas temperaturas, elevada evapotranspiração, solos rasos e pedregosos, além de vulnerabilidade socioeconômica histórica, que ao longo de décadas de convivência com estas condições climáticas e socioeconômica adversas, demonstra que a inovação não se expressa apenas por meio de tecnologias digitais sofisticadas, mas também, e sobretudo, através de tecnologias sociais que valorizam o saber local, fortalecem a participação comunitária e produzem soluções sustentáveis, acessíveis e adequadas ao contexto territorial. Cisternas de placas, barragens subterrâneas, biodigestores, sistemas agroecológicos de produção e arranjos comunitários de gestão da água constituem exemplos emblemáticos dessa inteligência social e territorial, desenvolvidos para responder às especificidades climáticas, edáficas e socioculturais do semiárido.

Assim, reconhecer que cidades e territórios inteligentes vão além da automação implica admitir que práticas populares, metodologias participativas e soluções socialmente construídas são igualmente fundamentais para promover justiça social, sustentabilidade e fortalecimento democrático.

A importância deste estudo reside, portanto, na articulação entre cidades inteligentes, tecnologias sociais e convivência com o semiárido, compreendendo que a inteligência territorial emerge da integração entre inovação tecnológica, saberes populares, participação

social e sustentabilidade ambiental. Em um momento em que o debate público tende a privilegiar as soluções digitais, é imprescindível reafirmar que a construção de territórios verdadeiramente inteligentes exige um olhar ampliado, capaz de reconhecer que a produção de conhecimento e a inovação também brotam das experiências comunitárias e das formas de organização social que historicamente têm assegurado a sobrevivência e a resiliência das populações do semiárido brasileiro.

Do ponto de vista metodológico, o artigo adota uma abordagem qualitativa, fundamentada na pesquisa bibliográfica, desenvolvida por meio de uma revisão narrativa. Tal escolha busca compreender diferentes correntes teóricas e contribuições empíricas sobre o tema, permitindo articular debates contemporâneos sobre cidades inteligentes com a literatura sobre tecnologias sociais e convivência com o semiárido. A revisão narrativa possibilita integrar autores, conceitos e experiências, construindo uma análise crítica e contextualizada sobre as múltiplas dimensões da inteligência territorial.

O objetivo central do artigo é discutir de que modo a integração entre tecnologias digitais e tecnologias sociais pode fortalecer caminhos de sustentabilidade e justiça social em territórios do semiárido brasileiro na construção de cidades e territórios inteligentes, evidenciando que modelos alternativos de cidades inteligentes precisam dialogar com as especificidades socioambientais, econômicas e culturais desses espaços. Busca-se, ainda, demonstrar que tecnologias sociais, ao contrário de serem soluções meramente simplificadas, constituem práticas inovadoras e estratégicas para ampliar direitos, fortalecer a autonomia comunitária e promover um desenvolvimento verdadeiramente inclusivo.

Para alcançar esses objetivos, o texto está organizado em quatro seções principais, além desta introdução. A primeira apresenta o conceito de cidades inteligentes e seus desafios no contexto do semiárido, destacando tensões entre perspectivas tecnológicas convencionais e abordagens socioambientais integradas.

A segunda discute o conceito de tecnologias sociais, seus princípios, sua evolução histórica e sua importância para o desenvolvimento territorial, especialmente no semiárido nordestino. A terceira seção analisa as interseções entre cidades inteligentes e tecnologias sociais, demonstrando como a articulação entre ambas amplia as possibilidades de inovação e fortalece respostas contextualizadas às desigualdades regionais.

Por fim, a quarta seção apresenta caminhos para a sustentabilidade e a justiça social, refletindo sobre políticas públicas, participação comunitária e estratégias capazes de integrar inovação tecnológica, saber local e fortalecimento democrático.

Assim, ao propor uma reflexão articulada entre cidades inteligentes, tecnologias sociais e convivência com o semiárido, o artigo busca contribuir para o avanço de uma agenda de desenvolvimento territorial que seja, ao mesmo tempo, inovadora, inclusiva e sensível à diversidade brasileira, reafirmando que a inteligência das cidades nasce do encontro entre pessoas, território e tecnologia, sejam elas digitais ou sociais.

2. O CONCEITO DE CIDADES INTELIGENTES E SEUS DESAFIOS NO CONTEXTO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

As cidades constituem o principal espaço de materialização das políticas públicas, expressando de forma concreta seus efeitos sobre a vida da população, seja pela oferta de serviços essenciais, como transporte, saúde e educação, seja pela promoção do desenvolvimento econômico e social. Nesse sentido, são unidades estruturantes do pacto federativo que conferem vitalidade à vida social, cultural e econômica, configurando-se como territórios nos quais as pessoas vivem, convivem e buscam condições para seu bem-estar e desenvolvimento.

Atualmente, esses territórios são atravessados pelos acelerados avanços tecnológicos do século XXI. A tecnologia - entendida, conforme Santos (1996), como o conjunto de técnicas, conhecimentos científicos, sistemas de informação, normas e objetos técnicos que organizam a vida social e transformam o território - tornou-se elemento decisivo no cotidiano das cidades, dos espaços rurais e das dinâmicas sociais. Quando incorporada de forma crítica, pode fortalecer esses territórios como espaços do bem viver - expressão que, no campo acadêmico, se associa a perspectivas de desenvolvimento que priorizam a vida digna, a participação democrática e a sustentabilidade - ampliando direitos, qualificando serviços públicos e promovendo inclusão, sustentabilidade e desenvolvimento.

Nessa perspectiva, Vieira Pinto (2005) enfatiza que a tecnologia é um produto humano e social, inseparável do trabalho e das condições históricas de cada sociedade, e carrega consigo valores, interesses e disputas que moldam suas finalidades e impactos. É no encontro entre território e tecnologia, compreendida em suas dimensões materiais, sociais e políticas, que emergem as chamadas cidades inteligentes, capazes de articular inovação, participação e diversidade territorial na busca por melhor qualidade de vida.

Diversas abordagens contribuem para o entendimento do conceito de cidades inteligentes. Autores como Barrionuevo (2012) e Bakici (2012) destacam o papel central da

tecnologia, definindo cidades inteligentes como aquelas que utilizam recursos e tecnologias de maneira integrada e coordenada para desenvolver centros urbanos mais habitáveis, sustentáveis, inovadores e competitivos. Essas perspectivas sublinham a capacidade de articulação entre pessoas, informações e infraestruturas tecnológicas na promoção da qualidade de vida.

Outras abordagens, entretanto, ampliam esse entendimento. Anthopoulos e Fitsilis (2013) compreendem as cidades inteligentes como instrumentos de qualificação dos serviços públicos, de fortalecimento da democracia urbana e de aprimoramento das infraestruturas de energia e gestão dos recursos naturais, colocando a cidadania no centro do conceito. De modo semelhante, Eger (2009) argumenta que comunidades inteligentes adotam a tecnologia como catalisadora para responder a necessidades sociais e econômicas, enfatizando que seu verdadeiro potencial reside na reconstrução do sentido de lugar, no fortalecimento do orgulho cívico e na promoção do desenvolvimento econômico e do bem-estar. A tecnologia, portanto, não deve ser vista como um fim em si, mas como um meio para reinventar as cidades e orientar a transição para uma nova economia e sociedade.

Thuzar (2011), por sua vez, adota uma abordagem holística, advogando que as cidades inteligentes do futuro dependerão de políticas que assegurem desenvolvimento urbano sustentável, preservem a atratividade urbana e garantam condições dignas de vida para todas as pessoas, especialmente as mais vulneráveis. Para esse autor, cidades inteligentes são aquelas que investem em capital humano e social, em infraestrutura moderna de comunicação e transporte e em uma gestão responsável dos recursos naturais baseada em processos participativos.

Assim, o conceito de cidade inteligente emerge de uma convergência de perspectivas que variam da centralidade tecnológica - como destacam Barrionuevo (2012) e Bakici (2012) - às abordagens que enfatizam cidadania, sustentabilidade e qualidade de vida, como defendem Anthopoulos e Fitsilis (2013), Eger (2009) e Thuzar (2011). Nesse contexto, as cidades inteligentes configuram-se como uma abordagem integrada de gestão urbana, na qual inovação tecnológica, capital humano e participação social se articulam para melhorar a vida das pessoas e fortalecer o desenvolvimento dos territórios.

Embora o termo seja com frequência vinculado aos avanços digitais, essa é apenas uma de suas dimensões. As tecnologias, sejam digitais ou sociais, configuram instrumentos estratégicos para qualificar os serviços públicos, fortalecer os territórios urbanos e rurais, promover o bem viver, ampliar a participação social, assegurar transparência e fomentar a sustentabilidade. Assim, a “inteligência” de fato não se encontra nas ferramentas em si, mas

na capacidade coletiva de utilizá-las de forma articulada, inclusiva e orientada ao interesse público.

A partir dessa compreensão, uma cidade inteligente pode ser definida como um espaço comprometido com o fortalecimento do capital humano e social, com o desenvolvimento econômico sustentável e com processos de gestão que integrem serviços e infraestruturas de forma participativa, transparente e inovadora. Nesse sentido, tecnologia e território caminham conjuntamente, guiando decisões que respeitam as especificidades locais, urbanas e rurais, e contribuindo para transformar os municípios em espaços mais humanos, eficientes e orientados ao bem viver.

Em síntese, a inteligência das cidades nasce da articulação entre pessoas, território e inovação, produzindo espaços capazes de promover inclusão, ampliar direitos, renovar o sentido de comunidade e assegurar qualidade de vida para todas as pessoas. Essa abordagem também evidencia que a inteligência urbana e rural não se limita à adoção de tecnologias avançadas, mas depende da capacidade de cada território de mobilizar seus próprios recursos, saberes e formas de organização.

Considerando que cidades inteligentes se constroem a partir da relação entre pessoas, território e inovação, torna-se fundamental reconhecer as singularidades que moldam cada espaço urbano e rural. Assim, modelos homogêneos de cidade inteligente não são capazes de responder à complexidade brasileira, marcada por profunda diversidade territorial, social e econômica. A inteligência, deve dialogar com essa diversidade, desde grandes metrópoles até pequenas cidades, desde regiões industrializadas até o sertão profundo, respeitando identidades, vocações, desigualdades e desafios históricos.

Mais do que importar soluções padronizadas, é necessário desenvolver estratégias que considerem a heterogeneidade brasileira, promovendo inovação contextualizada, que fortaleça capacidades locais e contribua para a produção do bem viver. Somente assim a agenda de cidades inteligentes poderá se tornar inclusiva, democrática e alinhada às necessidades reais da população.

Pensar cidades inteligentes em territórios vulneráveis, como o semiárido brasileiro, exige ultrapassar visões tecnocráticas e modelos padronizados centrados exclusivamente na digitalização de serviços. Nesses territórios, marcados pela predominância rural, por infraestrutura urbana limitada e por profundas desigualdades socioeconômicas, os desafios são mais complexos e não são resolvidos apenas mediante a implantação de tecnologias digitais.

A inteligência no semiárido deve dialogar com a realidade local, considerando restrições históricas e potenciais existentes. A construção de municípios inteligentes passa, portanto, por inovação social, participação comunitária e sustentabilidade ambiental. A carência de conectividade, recursos financeiros, quadros técnicos especializados e infraestrutura básica não deve ser interpretada como um obstáculo intransponível, mas como elemento que demanda estratégias adaptadas e soluções criativas.

O semiárido possui uma longa tradição de tecnologias sociais, como cisternas, sistemas de captação de água, práticas agroecológicas e formas comunitárias de gestão territorial, que evidenciam como a inteligência pode emergir da interação entre pessoas, território e conhecimento local. Integrar essas práticas à agenda de inovação digital é fundamental para construir municípios inteligentes coerentes com as condições climáticas, econômicas e socioculturais da região.

Nesse contexto, a inteligência territorial envolve combinar tecnologias digitais essenciais, como conectividade, sistemas de informação e gestão eficiente, com tecnologias sociais capazes de fortalecer vínculos comunitários, ampliar capacidades, garantir acesso à água, promover sustentabilidade e assegurar meios de vida dignos. Trata-se de uma abordagem que compreende que a verdadeira inteligência municipal não é importada como solução pronta, mas construída de forma participativa, baseada nas necessidades reais da população e atenta às desigualdades que marcam os territórios rurais.

Dessa forma, municípios inteligentes no semiárido são aqueles que enfrentam vulnerabilidades estruturais apostando em inovação territorial, inclusão social e sustentabilidade, utilizando tecnologias digitais e sociais como ferramentas para ampliar direitos, melhorar a qualidade de vida e fortalecer a resiliência das comunidades. Nesses territórios, a inteligência não reside apenas nos dispositivos tecnológicos, mas sobretudo na capacidade coletiva de transformar desafios em oportunidades, construindo cidades e territórios mais humanos, preparados e comprometidos com o bem viver.

3. TECNOLOGIAS SOCIAIS: PRÁTICAS INOVADORAS E INTELIGENTES PARA CONVIVÊNCIA COM SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A literatura especializada evidencia que não há consenso sobre a definição de tecnologia, tampouco sobre seus efeitos sociais, dada a complexidade de suas manifestações e implicações (ABREU; CLAUDINO, 2020). Santos (1996) a compreende como um conjunto

articulado de técnicas, conhecimentos científicos, sistemas de informação, normas e objetos técnicos que estruturam a vida social e transformam o território.

Em outra direção, Vieira Pinto (2005) entende a tecnologia como a intervenção humana no mundo para produzir bens e serviços, articulando-se à técnica, o saber fazer, e às necessidades de transformação da realidade.

À luz dessas perspectivas, a tecnologia pode ser concebida como um processo social dinâmico que combina saberes, práticas e instrumentos orientados à melhoria das condições de vida. Trata-se de um fenômeno simultaneamente material e simbólico, que integra conhecimentos científicos, técnicas acumuladas historicamente e finalidades socialmente construídas. Dessa forma, mais do que um conjunto de artefatos, a tecnologia constitui uma mediação entre os seres humanos e o mundo, moldada por valores, interesses e contextos específicos, sendo capaz de reconfigurar tanto as formas de produzir quanto as formas de existir em sociedade.

Com base nessa compreensão ampliada, torna-se possível avançar para a elaboração do conceito de tecnologia social. Se toda tecnologia expressa intencionalidades e resulta de processos históricos situados, as tecnologias sociais distinguem-se por serem orientadas explicitamente à resolução de problemas coletivos, à ampliação de direitos e ao fortalecimento das capacidades comunitárias. Nesse sentido, as tecnologias sociais são compreendidas como um conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e aplicadas na interação com a comunidade, que representam soluções voltadas à inclusão social e à melhoria das condições de vida (ITS, 2004, p. 130).

A transição entre tecnologia e tecnologia social evidência, portanto, uma mudança de ênfase: do predomínio da eficiência técnico-produtiva para a valorização de dimensões participativas, solidárias e emancipadoras, presentes nas experiências construídas junto às populações e aos territórios.

Nesse horizonte, Silvio Caccia Bava (2004) destaca que as tecnologias sociais não se restringem à implementação de soluções específicas, mas se configuram como métodos e técnicas capazes de impulsionar processos de empoderamento das representações coletivas da cidadania, ampliando sua capacidade de disputar projetos de desenvolvimento orientados pelos interesses das maiorias e pela justiça distributiva.

Mais do que a capacidade de implementar soluções para determinados problemas, podem ser vistas como métodos e técnicas que permitam impulsionar processos de empoderamento das representações coletivas da cidadania para habilitá-las a disputar, nos espaços públicos, as alternativas de desenvolvimento que se originam

das experiências inovadoras e que se orientam pela defesa dos interesses das maiorias e pela distribuição de renda (Bava, 2004, p. 116).

Essa definição pressupõe uma articulação estreita entre tecnologia e arranjos sociais, favorecendo a inclusão mediante a participação ativa dos sujeitos que utilizam e constroem essas soluções. Assim, a tecnologia social pode ser compreendida como um conjunto de técnicas, métodos, processos, produtos e práticas concebidos com participação comunitária, visando à resolução de problemas sociais e à promoção do desenvolvimento sustentável (DAGNINO, 2004).

A Rede de Tecnologia Social (RTS) reforça essa perspectiva ao definir que “*tecnologia social refere-se a soluções desenvolvidas na interação com a comunidade e que apresentam efetiva capacidade de transformação social*” (RTS, 2010, p. 7), enfatizando três princípios centrais: apropriação comunitária; simplicidade e adaptabilidade; e potencial de impacto social sustentável. Dagnino (2014) acrescenta que as tecnologias sociais rompem com a perspectiva tradicional que atribui superioridade ao conhecimento técnico-científico em detrimento dos saberes populares. Para o autor, “*a tecnologia social é inseparável dos contextos históricos e culturais das comunidades, sendo orientada para sua autonomia e para a democratização do acesso aos meios de produção*” (DAGNINO, 2014, p. 52).

Em contraste com a lógica frequentemente excludente das tecnologias tradicionais - que, ao desconsiderarem os contextos socioeconômicos locais, tendem a aprofundar desigualdades -, as tecnologias sociais fundamentam-se nos princípios de acessibilidade, simplicidade, baixo custo e aplicabilidade prática. Configuram-se como estratégias voltadas à autonomia comunitária, ao fortalecimento das economias locais e à redução das desigualdades sociais (SCHAAB et al., 2024; VAZ; SANT’ANNA, 2023).

Nesse sentido, articulam-se diretamente ao conceito de desenvolvimento territorial, especialmente em regiões como o semiárido nordestino, marcado por fragilidades estruturais.

A tecnologia social, nesse contexto, emerge como instrumento estratégico para impulsionar o desenvolvimento sustentável, promovendo inclusão social, valorização dos saberes tradicionais e fortalecimento das capacidades comunitárias (SOUZA et al., 2025).

As tecnologias sociais tiveram suas raízes no Brasil na década de 70, inicialmente difundidas sob a denominação de “tecnologias apropriadas”. Naquele período, eram concebidas como soluções simples, de baixo custo e adaptadas às condições socioeconômicas das comunidades, voltadas sobretudo ao enfrentamento da pobreza. O conceito de tecnologia social consolidou-se apenas no final dos anos 1990 e início dos anos 2000, como alternativa crítica ao modelo tecnocrático e empresarial de inovação. Diferentemente das tecnologias

convencionais, orientadas pela lógica de mercado, as tecnologias sociais retomaram a inspiração das tecnologias apropriadas e passaram a se estruturar por meio da participação comunitária na formulação de técnicas, métodos, processos e práticas voltadas à resolução contextualizada de problemas sociais e à promoção do desenvolvimento sustentável e solidário.

O Brasil tornou-se referência internacional na criação e difusão de tecnologias sociais voltadas ao desenvolvimento rural sustentável, especialmente no semiárido brasileiro, território caracterizado por acentuadas fragilidades ambientais e socioeconômicas. A região abrange aproximadamente 975 mil km² e é habitada por cerca de 22,5 milhões de pessoas, distribuídas em nove estados da região Nordeste e pelo norte de Minas Gerais, e 1.477 municípios, apresentando precipitação média anual entre 200 mm e 800 mm, com forte irregularidade (ASA, 2013). A seca, historicamente tratada como um problema a ser combatido, impôs severas dificuldades às famílias da região. Diversas políticas públicas, fortemente baseadas em grandes obras de infraestrutura, mostraram-se insuficientes para enfrentar as múltiplas dimensões da problemática.

Diante do insucesso dessa abordagem, diversos atores sociais mobilizaram-se, na década de 1990, em defesa do direito à água e da construção de estratégias de convivência com o semiárido. Nesse contexto, apropriaram-se do conceito de tecnologia social como ferramenta para promover desenvolvimento sustentável, inclusão social, valorização dos saberes tradicionais, fortalecimento das capacidades comunitárias e articulação em rede. Dessa mobilização emergiu a ASA - Articulação do Semiárido Brasileiro, uma rede composta por mais de três mil organizações da sociedade civil comprometidas com a convivência com a seca.

Entre as tecnologias sociais difundidas pela ASA, a cisterna de placas destaca-se como uma das mais emblemáticas. Implementada sobretudo por meio do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), essa tecnologia é reconhecida por combinar simplicidade técnica, baixo custo, manejo sustentável da água e forte participação comunitária. Segundo a ASA, as cisternas representam *“uma estratégia de convivência com o Semiárido, concebida a partir dos saberes locais, da mobilização social e da gestão comunitária da água”* (ASA, 2011, p. 12). Ao assegurar acesso à água de forma segura e autônoma, a cisterna de placas permitiu que as comunidades construíssem uma nova relação com o território. Além disso, evidencia que a inovação não se restringe ao campo digital, frequentemente privilegiado nos debates sobre cidades inteligentes. Pelo contrário, demonstra que territórios inteligentes são aqueles que articulam saberes tradicionais, participação comunitária e tecnologias apropriadas às

realidades socioambientais, produzindo respostas eficazes e inclusivas às necessidades coletivas.

Outras tecnologias sociais contribuíram para ampliar essa nova relação entre populações e território no semiárido. As barragens subterrâneas, desenvolvidas por agricultores e técnicos da região, constituem outro exemplo relevante. Ao permitir o armazenamento de água no subsolo, reduzem a evaporação e garantem maior disponibilidade hídrica. Segundo a EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, “*a barragem subterrânea aumenta a resiliência produtiva de agricultores familiares, permitindo manejo mais eficiente da água e da produção agrícola*” (EMBRAPA, 2012, p. 4), sendo de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária uma das tecnologias sociais que têm contribuído para o melhor convívio das famílias com o semiárido, por proporcionar o acesso à água para a exploração agrícola e para consumo humano e animal, diminuindo os riscos da agricultura dependente de chuva (EMBRAPA, 2021).

De modo semelhante, os biodigestores - difundidos por organizações sociais - convertem resíduos orgânicos em biogás e biofertilizantes, gerando impactos ambientais e econômicos positivos. Para Silva e Dantas (2019), “*a adoção de biodigestores em comunidades rurais reduz custos energéticos, fortalece a economia familiar e estimula práticas agrícolas sustentáveis*” (SILVA; DANTAS, 2019, p. 88).

Esses exemplos evidenciam como o país desenvolveu soluções inovadoras, economicamente viáveis e socialmente enraizadas, capazes de ampliar direitos, garantir segurança hídrica e alimentar e fortalecer a autonomia das populações do semiárido brasileiro. Um dos elementos distintivos dessas tecnologias é a centralidade da participação coletiva e a valorização dos saberes tradicionais, contrapondo-se ao modelo vertical de transferência tecnológica. Santos (2002) afirma que o território é produzido pela “*interação entre técnica e vida cotidiana*” e que a tecnologia só ganha sentido social quando apropriada pelas pessoas que o constroem (SANTOS, 2002, p. 96). A participação comunitária, portanto, não é apenas componente metodológico, mas princípio epistêmico que reconhece a legitimidade dos conhecimentos produzidos por agricultores familiares, povos tradicionais e comunidades locais. Os saberes locais não são resquícios do passado, mas formas legítimas e eficientes de produzir conhecimento sobre a realidade.

A participação ativa das comunidades também garante maior sustentabilidade às soluções implementadas, reforça que uma tecnologia social só é certificada quando apresenta processo educativo, protagonismo social e capacidade de replicação comunitária. Dessa forma, as tecnologias sociais articulam técnica, cultura e território, ampliando capacidades

locais e democratizando a inovação. Representam, assim, uma abordagem que integra equidade social, sustentabilidade ambiental e participação cidadã, rompendo com visões tecnocráticas e fortalecendo caminhos de desenvolvimento inclusivo e territórios inteligentes.

4. INTERSEÇÕES ENTRE CIDADES INTELIGENTES E TECNOLOGIAS SOCIAIS NO SEMIÁRIDO: INTEGRANDO INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SOLUÇÕES POPULARES INTELIGENTES

A discussão sobre cidades inteligentes tem ganhado centralidade no debate contemporâneo sobre desenvolvimento urbano, sobretudo pela promessa de integrar tecnologias digitais, gestão eficiente e sustentabilidade. De modo geral, a noção de “cidade inteligente” envolve o uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) para melhorar a infraestrutura urbana, ampliar a participação cidadã, otimizar serviços públicos e promover a qualidade de vida (KOMNINOS, 2015; CARAGLIU, DEL BO & NIJKAMP, 2011).

No entanto, essa perspectiva frequentemente assume modelos urbanos globais pouco conectados às realidades de territórios periféricos, rurais ou marcados por desigualdades socioambientais, como o semiárido brasileiro.

É essencial, portanto, afirmar que cidades inteligentes vão muito além da digitalização, dos sensores ou da automação. Uma cidade só pode ser considerada verdadeiramente inteligente quando reconhece que o conhecimento local, a experiência cotidiana e as formas populares de organização social compõem um patrimônio estratégico para a construção de soluções duradouras. Nesse sentido, cidades inteligentes não são apenas aquelas tecnologicamente equipadas, mas aquelas capazes de mobilizar saberes comunitários, práticas sociais enraizadas e tecnologias sociais para enfrentar desafios complexos.

É nesse ponto que se torna fundamental aproximar o debate de tecnologias sociais, concebidas como soluções de baixo custo, contextualizadas e baseadas na participação comunitária, capazes de enfrentar problemas concretos a partir de conhecimentos locais (DAGNINO, 2010; INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL – ITS, 2004).

As interseções entre cidades inteligentes e tecnologias sociais no semiárido revelam caminhos possíveis para uma inovação que seja, simultaneamente, tecnológica e socialmente enraizada.

O semiárido é historicamente marcado pela desigualdade no acesso à água, pelas limitações de infraestrutura e pela vulnerabilidade climática, mas também pela forte

capacidade de organização social e pela produção de conhecimentos populares sobre convivência com o clima. Inovações como cisternas de placas, barragens subterrâneas, biodigestores, sistemas agroecológicos de produção e formas cooperativas de gestão de recursos representam tecnologias sociais amplamente difundidas por organizações comunitárias e redes da sociedade civil, como a Articulação Semiárido Brasileiro. Essas soluções demonstram que a inovação não depende exclusivamente de dispositivos digitais ou investimentos de alta complexidade, mas de processos participativos, apropriáveis e sustentáveis.

Sob essa perspectiva, as tecnologias sociais não apenas dialogam com o conceito de cidades inteligentes, mas o ampliam. Elas demonstram que uma cidade pode ser inteligente porque resolve problemas sociais de modo eficaz, participativo e a baixo custo. Se a digitalização representa um tipo de inteligência, a capacidade de transformar saberes populares em soluções estruturantes representa outra, igualmente relevante. Assim, cidades inteligentes são também aquelas que se constroem sob o prisma das tecnologias sociais, valorizando produção coletiva, autonomia local e inovação social.

A aproximação entre tecnologias sociais e cidades inteligentes implica revisitar criticamente o próprio conceito de “inteligência” urbana. Enquanto o modelo hegemônico enfatiza sensores, automação e plataformas digitais, uma perspectiva ampliada reconhece que a inteligência da cidade também deriva das práticas sociais, da cultura local e da capacidade coletiva de produzir soluções adequadas ao território. Nesse sentido, autores como Amartya Sen (1999) e Boaventura de Sousa Santos (2002) reforçam que o desenvolvimento deve ampliar capacidades, democratizar conhecimentos e valorizar epistemologias plurais, princípios que dialogam diretamente com as práticas do Semiárido.

Ao integrar tecnologias digitais às tecnologias sociais, abre-se a possibilidade de construir modelos alternativos de cidades inteligentes, baseados em justiça social, sustentabilidade e participação. Por exemplo, sistemas de monitoramento climático, aplicativos de gestão comunitária da água, plataformas para comercialização de produtos da agricultura familiar e bancos de dados participativos podem potencializar práticas já existentes, sem substituir os saberes locais. Da mesma forma, ferramentas de georreferenciamento e sensores de baixo custo podem apoiar redes comunitárias na gestão dos bens comuns, articulando dados técnicos e conhecimento territorial.

Esse tipo de integração favorece a construção de cidades inteligentes contextualizadas, ou seja, projetos urbanos que reconhecem as especificidades socioambientais do semiárido e combinam tecnologia digital com inovação social. Em vez de importar modelos urbanos

globais, trata-se de fortalecer a capacidade dos próprios territórios de definir prioridades, produzir conhecimento e gerir recursos de modo autônomo. A inovação, nesse caso, emerge da complementaridade entre ciência, tecnologia e saberes populares.

Por fim, a articulação entre cidades inteligentes e tecnologias sociais no semiárido desafia a visão simplificada e tecnocêntrica do desenvolvimento urbano. Ela propõe um modelo em que o digital não se sobrepõe ao social, mas o amplia; em que a inovação não é apenas técnica, mas também política e comunitária; e em que a sustentabilidade é construída a partir do diálogo entre conhecimentos, modos de vida e infraestruturas apropriáveis. Com isso, torna-se possível projetar cidades verdadeiramente inteligentes: não apenas conectadas, mas socialmente justas, resilientes e profundamente enraizadas nos territórios que as constituem, cidades inteligentes porque valorizam o saber local, fortalecem a autonomia e resolvem problemas sociais a partir de soluções criadas com e para as comunidades.

5. CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE E A JUSTIÇA SOCIAL

A construção de caminhos para a sustentabilidade e a justiça social, no contexto das cidades inteligentes e das tecnologias sociais aplicadas ao semiárido, exige uma abordagem que reconheça a centralidade do território, das populações locais e dos saberes historicamente constituídos. Mais do que um objetivo técnico, trata-se de um processo político, social e cultural que demanda a superação de modelos tradicionais de desenvolvimento baseados exclusivamente no crescimento econômico ou na aplicação de tecnologias exógenas.

Essa perspectiva dialoga com concepções de desenvolvimento que valorizam a expansão de capacidades e a democratização das oportunidades (SEN, 1999), assim como com referenciais que defendem a legitimidade dos conhecimentos locais e das epistemologias plurais (SANTOS, 2002). Assim, a sustentabilidade e a justiça social devem ser construídas a partir de um olhar inclusivo, sensível às condições ambientais e sociais do território e capaz de reconhecer que o Semiárido reúne tanto desafios estruturais quanto potencialidades significativas.

Nesse cenário, torna-se indispensável compreender que um desenvolvimento verdadeiramente sustentável é, antes de tudo, territorialmente sensível. No Semiárido, isso significa reconhecer a irregularidade das chuvas, a escassez hídrica, a vulnerabilidade climática e, simultaneamente, a rica tradição organizativa das comunidades que, ao longo de décadas, vêm construindo práticas de convivência com o clima.

Esse acúmulo social não apenas revela a capacidade criativa dos povos do Semiárido, mas também demonstra que políticas públicas efetivas devem dialogar com os modos de vida e as formas de organização presentes no território.

Ao contrário de modelos homogêneos e padronizados, o desenvolvimento inclusivo exige políticas contextualizadas, que respeitem as especificidades ambientais e socioeconômicas de cada região e promovam a participação das comunidades no processo decisório.

As tecnologias sociais, amplamente desenvolvidas e disseminadas por organizações comunitárias e movimentos sociais, constituem um dos instrumentos mais potentes para promover justiça social e ampliar o acesso a direitos.

Soluções como cisternas de placas, barragens subterrâneas, biodigestores, sistemas agroecológicos de produção, bancos comunitários e estratégias participativas de gestão da água ilustram como a inovação pode surgir de processos coletivos, de baixo custo e orientados ao bem-estar social. Essas tecnologias não apenas respondem a necessidades concretas, mas fortalecem a autonomia das comunidades, redistribuem poder e transformam relações historicamente marcadas pela desigualdade.

Nesse sentido, as tecnologias sociais funcionam como ferramentas estruturantes de equidade, especialmente em um contexto em que a escassez de recursos convive com a abundância de conhecimento popular.

A articulação entre tecnologias sociais e cidades inteligentes amplia ainda mais esse horizonte. Como discutido anteriormente no artigo, cidades inteligentes não se reduzem ao uso de tecnologias digitais, sistemas de automação ou plataformas sofisticadas. Uma cidade verdadeiramente inteligente é aquela capaz de integrar diferentes formas de conhecimento, valorizar o saber local e construir soluções apropriadas às necessidades de sua população.

Nesse sentido, as tecnologias sociais ampliam o conceito de inteligência urbana ao demonstrar que práticas participativas, soluções de baixo custo e inovações comunitárias também produzem inteligência, sustentabilidade e eficiência. Assim, a convergência entre tecnologias digitais e tecnologias sociais pode potencializar a gestão territorial, fortalecer redes comunitárias, ampliar o acesso à informação e consolidar modelos de desenvolvimento mais justos e democráticos.

Para que esse processo se torne efetivo, políticas públicas integradas desempenham papel fundamental. A construção de uma agenda de sustentabilidade e justiça social requer que Estado, sociedade civil, instituições de pesquisa e comunidades atuem de maneira

articulada, superando a fragmentação setorial que historicamente limita a efetividade das ações públicas.

A integração entre políticas sociais, ambientais, urbanas, produtivas e educacionais é essencial para promover mudanças estruturais que fortaleçam os territórios e ampliem o acesso aos direitos. Da mesma forma, a participação social deve ser entendida não como mera formalidade, mas como princípio estruturante de políticas que se pretendem emancipadoras, garantindo que as comunidades tenham protagonismo na definição de prioridades e na construção das soluções que afetarão suas vidas.

Adicionalmente, a combinação entre tecnologias digitais e tecnologias sociais abre possibilidades para o desenvolvimento de plataformas colaborativas de gestão da água, sistemas participativos de monitoramento climático, aplicativos de comercialização solidária e mecanismos digitais de fortalecimento da agricultura familiar. Essas inovações, quando articuladas ao conhecimento local, podem ampliar a capacidade de enfrentamento das vulnerabilidades climáticas, fortalecer cadeias produtivas solidárias e promover maior autonomia das comunidades rurais e urbanas do semiárido.

Em síntese, os caminhos para a sustentabilidade e a justiça social no contexto das cidades inteligentes e das tecnologias sociais passam pela valorização dos territórios, dos sujeitos coletivos e das práticas que emergem da convivência com o semiárido. Construir cidades verdadeiramente inteligentes significa reconhecer que o território é produtor de inteligência, que a população é detentora de saberes essenciais e que a inovação social é tão fundamental quanto a inovação tecnológica.

Ao articular políticas públicas integradas, tecnologias sociais e participação comunitária, é possível promover um modelo de desenvolvimento que seja, ao mesmo tempo, sustentável, inclusivo, inteligente e profundamente enraizado na realidade local, um caminho que fortalece a convivência com o semiárido e reafirma o compromisso com a justiça social e com o bem viver.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise articulada entre cidades inteligentes, tecnologias sociais e convivência com o semiárido brasileiro evidencia que a construção de modelos sustentáveis e socialmente justos de desenvolvimento requer uma abordagem multifacetada, capaz de integrar inovação tecnológica, participação comunitária e sensibilidade territorial.

Ao longo do artigo, demonstrou-se que a noção de inteligência territorial não pode se restringir à adoção de aparatos digitais ou à modernização técnica dos serviços públicos. Pelo contrário, a inteligência emerge da capacidade dos territórios de mobilizarem saberes locais, fortalecerem vínculos comunitários, promoverem inclusão social e incorporarem tecnologias, sejam digitais ou sociais, que respondam às suas necessidades reais e às especificidades dos contextos locais.

As diferentes perspectivas teóricas sobre cidades inteligentes revelam que a tecnologia, quando compreendida como fenômeno social, político e territorial, pode produzir transformações significativas na qualidade de vida da população. Contudo, tais transformações somente se concretizam quando a inovação é orientada por valores democráticos, pela centralidade da cidadania e por processos decisórios participativos.

Nesse sentido, o semiárido brasileiro, historicamente marcado por vulnerabilidades estruturais e por desigualdades de acesso a serviços essenciais, configura-se como território paradigmático para compreender como a inteligência territorial pode ser construída de forma situada, a partir da combinação entre conhecimentos comunitários, práticas sociais consolidadas e ferramentas tecnológicas apropriadas.

As tecnologias sociais desempenham papel central nessa dinâmica, constituindo-se como soluções de baixo custo, simples, replicáveis e desenvolvidas com participação ativa das comunidades. Experiências como as cisternas de placas, as barragens subterrâneas, os biodigestores e os sistemas produtivos agroecológicos demonstram que a inovação não se restringe ao campo digital. Elas revelam que práticas territorializadas têm potencial para ampliar direitos, fortalecer autonomias e garantir meios de vida sustentáveis, ao mesmo tempo em que ressignificam a relação entre tecnologia, território e desenvolvimento, valorizando saberes tradicionais e alinhando-os a estratégias de inclusão social.

Ao integrar tecnologias sociais e digitais, abre-se espaço para a formulação de modelos alternativos de cidades inteligentes, orientados pela justiça social, pela sustentabilidade ambiental e pela democratização dos processos de inovação. Essa articulação gera benefícios concretos para a população ao ampliar práticas que fortalecem a autonomia, a participação social e a gestão territorial, ao aprimorar o acesso à informação e aos direitos básicos, e ao promover o uso responsável dos recursos naturais, contribuindo para políticas públicas mais eficazes e alinhadas às realidades regionais.

Iniciativas como o uso de energia solar para irrigação; o orçamento participativo híbrido; o monitoramento ambiental comunitário com sensores de baixo custo para dentre outras tarefas emitir alertas precoces sobre a seca, permitindo que produtores e o poder

público se planejem; as plataformas digitais da economia solidária; os mapeamentos participativos em territórios; e, os laboratórios de inovação inspirados na educação popular demonstram que a inteligência territorial pode emergir da combinação entre saberes locais, participação cidadã e ferramentas digitais abertas.

No contexto do semiárido, esses exemplos evidenciam que a cidade inteligente não se restringe à automação de serviços, mas se constrói como um processo coletivo que fortalece a autonomia comunitária, promove inclusão produtiva e amplia a capacidade pública de enfrentar desigualdades estruturais.

Nesse sentido, a inteligência não se limita à infraestrutura técnica, mas se expressa na capacidade coletiva de integrar ciência, tecnologia, participação social e saberes populares em um projeto comum de desenvolvimento.

Assim, as reflexões apresentadas convergem para a compreensão de que a construção de cidades inteligentes no semiárido não pode ser explicada a partir de modelos convencionais centrados exclusivamente em infraestrutura digital, automatização e conectividade. A inteligência territorial manifesta-se de forma ampliada, incorporando práticas sociais, estratégias de convivência com o clima e processos comunitários que historicamente moldam a vida nesses territórios. Cidades e territórios inteligentes, portanto, vão além da tecnologia digital: consolidam-se na articulação entre saberes locais, tecnologias sociais e inovação.

A partir da junção entre conhecimentos tradicionais, soluções comunitárias, como o manejo sustentável da água, os sistemas produtivos adaptados ao clima e as formas colaborativas de organização social, e ferramentas tecnológicas contemporâneas, configura-se um modelo próprio, enraizado e situado de cidade inteligente no semiárido brasileiro.

Por fim, reafirma-se que a construção de caminhos para a sustentabilidade e a justiça social na região exige políticas públicas integradas e participativas, capazes de superar soluções padronizadas e reconhecer as especificidades ambientais, culturais e socioeconômicas dos territórios. Trata-se de consolidar processos que ampliem capacidades, promovam equidade, valorizem o conhecimento local e articulem esforços entre Estado, sociedade civil e instituições de pesquisa. Somente assim será possível construir cidades e territórios verdadeiramente inteligentes: espaços que não apenas acompanham os avanços tecnológicos, mas os orientam para o bem viver, para a inclusão social e para a construção de futuros mais justos, resilientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ALBINO, R.M. Dangelico, Green Cities into Practice, in R. Simpson and M. Zimmermann, eds., *The Economy of Green Cities: A World Compendium on the Green Urban Economy* (Dordrecht, Netherlands: Springer Science Business Media B.V., 2012).

ASA BRASIL – ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. Semiárido. Recife, 2013. Disponível em <http://www.asabrasil.org.br/portal/informacoes.asp?cod_menu=105> Acesso em novembro.2025.

_____. Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC): Manual de Implementação. Recife: ASA, 2011.

BAKICI, T. et al. Uma iniciativa de smart city: O caso de Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 4, n. 2, p. 135-148, 2012.

BAVA, Silvio C. Tecnologia social e desenvolvimento local. In: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (org.) *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: FBB, 2004. p.103-16.

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, v. 18, n. 2, p. 65–82, 2011.

DAGNINO, R. *Ciência, tecnologia e sociedade: inovação e democracia*. Campinas: Unicamp, 2014.

DAGNINO, R. *Tecnologia Social: Ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas: Editora da Unicamp, 2010.

_____. *Tecnologia Social: Uma Estratégia para o Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

DE ABREU, F.A.; CLAUDINO, L.S.D. “Isso vem de uma aprendizagem”: discutindo o conceito de tecnologia a partir de diferentes perspectivas. *R. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 16, n. 42, p. 22-37. jul/set. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/10339>. Acesso em novembro.2013

EGER, Smart Growth, Smart Cities, and the Crisis at the Pump A Worldwide Phenomenon, *I-Ways* 32: 1 (2009) 47–53.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Barragem subterrânea: acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro* / Maria Sonia Lopes da Silva ... [et al.]. – Brasília, DF: EMBRAPA, 2021

_____. *Barragens Subterrâneas: Manual Técnico*. Brasília: EMBRAPA, 2012.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL – ITS. *Tecnologia Social: Uma estratégia para o desenvolvimento*. São Paulo: ITS, 2004.

_____. Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. In: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (org.) Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: FBB, 2004

KOMNINOS, N. The Age of Intelligent Cities: Smart Environments and Innovation-for-all Strategies. London: Routledge, 2015.

PINTO, Álvaro Vieira. O Conceito de Tecnologia. 2 vols. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

RTS – REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL. Tecnologia Social: Conceitos e Práticas. Brasília: RTS, 2010.

_____. Caderno de textos-base para discussões do I Fórum Nacional da Rede de Tecnologia Social. Salvador, 2006.

_____. Tecnologia social: conceito. Brasília: Ibict, s.d. Disponível em <<http://www.rts.org.br/rts/tecnologia-social/tecnologia-social>> Acesso em novembro.2025.

SANTOS, B. de S. A crítica da razão indolente: Contra o desperdício da experiência. São Paulo: Cortez, 2002.

SANTOS, Clérison Albanizio Pio Santos; SÁ, Ádila Katarinne Gonçalves. et.al. Tecnologias sociais e o desenvolvimento territorial do semiárido cearense. Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 21, n. 64, p.75 - 98, abr./jun., Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/1994>. Acesso em novembro.2025.

SANTOS, M. A Natureza do Espaço. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2002.

SANTOS, Milton. Por uma Outra Globalização. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SCHAAB, Luana Las; SILVA, Maclovia Correa da; SERAFIM, Milena Pavan et al. Iniciativas de tecnologias sociais da Fundação Banco do Brasil: prêmio 20 anos. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 20, n. 62, p. 57-74, out./dez., 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/19238> Acesso em novembro.2025.

SEN, A. Development as Freedom. New York: Oxford University Press, 1999.

SILVA, F.; DANTAS, L. Biodigestores e Agricultura Familiar. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2019.

SOUZA, S. R. de; et al. Pesquisa teórica sobre tecnologia social: um olhar sobre a produção no Brasil. Revista Gestão e Secretariado (GeSec)., São Paulo – SP, v. 14, n. 12, p. 22147-22161, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21170/geonorte.2024.V.15.N.50.303.328> Acesso em novembro.2025.

THUZAR, Urbanization in SouthEast Asia: Developing Smart Cities for the Future?, Regional Outlook (2011) 96–100.

VAZ, E. L. S.; SANT'ANNA, D. O. Tecnologia social no ensino básico. Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 19, n. 58, p. 162-172, out./dez., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16539> Acesso em novembro.2025.