

Viabilidade e resiliência em sistemas IOT de baixo custo: um estudo de caso de inovação frugal em telemetria ambiental

Feasibility and resilience in low-cost IoT systems: a case study of frugal innovation in environmental telemetry

Daniel Daigo Sasagawa

Universidade de Vassouras

daniel.daigo@gmail.com

Cauan Ferreira de Almeida

Universidade de Vassouras

cauanferreiraalmeida@gmail.com

Ricardo Alexandre Silva Galvão Filho

Universidade de Vassouras

pattz.rg@hotmail.com

Victor Ângelo Bastos Ferreira

Universidade de Vassouras

ferreira.victorbf@gmail.com

Fabricio Tadeu Dias

Universidade Federal Fluminense

fabricio_dias@id.uff.br

Márcio Alexandre Dias Garrido

Universidade Federal Fluminense

marciogarrido@id.uff.br

RESUMO

Sistemas de Internet das Coisas (*IoT*) para monitoramento ambiental enfrentam restrições de memória, processamento, armazenamento e conectividade, sobretudo em arquiteturas de baixo custo. Este estudo analisa a viabilidade técnica e a resiliência operacional de uma arquitetura de telemetria ambiental desenvolvida sob restrições severas de hardware e conectividade intermitente. Adota-se um estudo de caso descritivo baseado em documentação técnica, código-fonte, registros de operação, consultas ao banco de dados, configurações de segurança e evidências de funcionamento. A arquitetura evoluiu em sete fases e incorporou dois ramos de aquisição: um nó Wi-Fi baseado em ATmega328P e ESP-01S e um gateway *LoRa* ponto a ponto baseado em ESP32 e DHT11. Mecanismos de *store-and-forward* permitiram operação offline por 16 horas e 40 minutos sem perda de dados, e a migração para infraestrutura própria reduziu o tempo de sincronização de 16 para 2 segundos. Foram também identificadas limitações de temporalidade, segurança e escalabilidade que delimitam o alcance dos resultados.

* Recebido em 23 de julho de 2025, aprovado em 04 de setembro de 2025, publicado em 31 de outubro de 2025.

Palavras-chave: Transformação Digital. Inovação. Internet das Coisas. Computação Sustentável. Restrições de recursos.

ABSTRACT

Internet of Things (IoT) systems for environmental monitoring face constraints in memory, processing capacity, storage, and connectivity, particularly in low-cost architectures. This study analyzes the technical feasibility and operational resilience of an environmental telemetry architecture developed under severe hardware constraints and intermittent connectivity. A descriptive case study was conducted based on technical documentation, source code, operational records, database queries, security configurations, and evidence of system operation. The architecture evolved through seven phases and incorporated two data acquisition branches: a Wi-Fi node based on the ATmega328P and ESP-01S, and a point-to-point LoRa gateway based on the ESP32 and DHT11. Store-and-forward mechanisms enabled 16 hours and 40 minutes of offline operation without data loss, and migration to dedicated infrastructure reduced synchronization time from 16 to 2 seconds. Temporal, security, and scalability limitations that constrain the scope of the findings were also identified.

Keywords: Digital Transformation. Innovation. Internet of Things. Sustainable Computing. Resource Constraints.

1. INTRODUÇÃO

A organização jurídica da atividade empresarial individual constitui questão relevante para compreender as condições de entrada, formalização e continuidade de empreendimentos no Brasil. Antes da criação da Empresa Individual de Responsabilidade Limitada (EIRELI), o exercício individual da empresa estava associado à figura do empresário individual, cuja responsabilidade pelas obrigações da atividade não se beneficiava da autonomia patrimonial própria das pessoas jurídicas. Essa configuração expunha o patrimônio pessoal do empresário aos riscos da exploração econômica, o que Abreu (2013) aponta como uma das dificuldades do exercício individual da empresa.

A Lei nº 12.441/2011 alterou esse cenário ao instituir a EIRELI, permitindo o exercício individual da atividade empresarial sob uma modalidade de responsabilidade limitada. A inovação ofereceu alternativa às sociedades limitadas formadas apenas formalmente por mais de uma pessoa, mas com quotas essencialmente concentradas em um único empreendedor; Lisboa (2020) associa a criação da EIRELI à necessidade de evitar a constituição de estruturas societárias fictícias voltadas primordialmente à obtenção da limitação de responsabilidade.

A modalidade, contudo, permaneceu pouco acessível. A exigência de capital social mínimo integralizado correspondente a cem salários-mínimos e a restrição de titularidade de apenas uma EIRELI por pessoa natural distinguiam-na da sociedade limitada, conforme Ribeiro

e Costa (2019). Lima et al. (2021) relacionam essa exigência de capital às dificuldades enfrentadas por empresas em fase inicial, e Abreu (2013), a partir de dados de quatro Juntas Comerciais Estaduais referentes a 2012, registrou número de constituições de EIRELI inferior ao de Empresários Individuais e de Sociedades Limitadas, atribuindo o resultado ao desconhecimento da nova modalidade, à insegurança diante de uma forma organizacional recente e à própria exigência de capital mínimo.

A Sociedade Limitada Unipessoal (SLU), instituída pela Lei nº 13.874/2019 (Declaração de Direitos de Liberdade Econômica), alterou novamente esse quadro ao permitir a constituição de sociedade limitada por um único sócio (FAVARO, 2020). Ladslau e Mendonça (2020) ressaltam que a SLU não reproduz simplesmente a EIRELI: ambas admitem titular único e limitação de responsabilidade, mas diferem quanto às restrições ao titular e à integralização do capital. A diferença tornou-se ainda mais relevante com a extinção da EIRELI pela Lei nº 14.195/2021, que impediu a constituição de novas EIRELIs a partir de 2022 e determinou a transformação das empresas existentes em SLU (MALAMAN; ANDRADE; CAMARGO, 2024).

Essa transformação normativa não pode ser analisada apenas sob a perspectiva formal da constituição empresarial, porque os empreendimentos operam também em um ambiente atravessado por questões econômicas, sociais e ambientais. Bánkuti e Bánkuti (2014) argumentam que o desempenho organizacional não deve se restringir à competitividade econômica, devendo incorporar a gestão ambiental, e identificam razões empresariais para a adoção de estratégias ambientalmente adequadas, entre elas a redução de penalizações e de custos, o incremento de receitas e a abertura de novos mercados. Essa aproximação levanta a questão de saber em que medida a maior acessibilidade jurídica da SLU se relaciona com atividades empresariais orientadas à sustentabilidade ambiental e ao desenvolvimento local.

Essa relação, todavia, precisa ser estabelecida com cautela: a existência de uma modalidade jurídica mais acessível ao empreendedor individual não equivale, por si só, à evidência de práticas ambientalmente sustentáveis ou de efeitos sobre o desenvolvimento local, que dependem das atividades e estratégias efetivamente adotadas por cada empreendimento. É nessa interface, entre a transformação do regime jurídico do empreendedor individual e as possibilidades de organização de atividades vinculadas à sustentabilidade ambiental e ao desenvolvimento local, que se situa o problema examinado neste artigo.

O objetivo do estudo é realizar um paralelo entre a Empresa Individual de Responsabilidade Limitada (EIRELI) e a Sociedade Limitada Unipessoal (SLU), analisando suas características e sua relação com a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local, considerando o processo de substituição da primeira pela segunda no ordenamento jurídico brasileiro. A análise articula a dimensão jurídico-organizacional dessas modalidades às discussões sobre sustentabilidade, empreendedorismo e desenvolvimento local, sem ultrapassar os limites das evidências apresentadas pelas fontes examinadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Empresa Individual de Responsabilidade Limitada (EIRELI)

A EIRELI foi introduzida no ordenamento jurídico brasileiro pela Lei nº 12.441/2011, mediante alteração do Código Civil, com a inclusão do art. 980-A e do inciso VI do art. 44. Antes dela, a pessoa natural que constituísse empresa individual submetia-se à estrutura do empresário individual, sem a autonomia patrimonial atribuída às pessoas jurídicas; sua criação passou, assim, a permitir a conciliação entre exercício individual da atividade empresarial e limitação da responsabilidade patrimonial.

Essa possibilidade esteve condicionada a requisitos que restringiam sua utilização: a exigência de capital mínimo integralizado correspondente a cem salários-mínimos e a impossibilidade de uma mesma pessoa natural ser titular de mais de uma EIRELI (ABREU, 2013; RIBEIRO; COSTA, 2019). A exigência de capital assumia particular relevância para empreendimentos de menor porte. No levantamento de Abreu (2013), realizado a partir de dados de quatro Juntas Comerciais Estaduais referentes a 2012, o número de EIRELIs constituídas mostrou-se inferior ao de Empresários Individuais e de Sociedades Limitadas; o autor relaciona esse resultado ao desconhecimento da modalidade, à insegurança associada a uma forma organizacional recente e à própria exigência de capital mínimo.

Esse achado indica que a existência formal de uma modalidade com responsabilidade limitada não implica, por si só, ampla adoção pelos empreendedores: a utilização efetiva de determinada estrutura jurídica depende também das condições impostas para sua constituição e da percepção dos agentes quanto a custos, segurança e adequação. A própria caracterização jurídica da EIRELI foi, além disso, objeto de discussão doutrinária; Ribeiro e Costa (2019) apontam a exigência de capital mínimo e a restrição de titularidade única como elementos que

a diferenciavam da sociedade limitada, posição que se tornaria especialmente relevante após a criação da SLU.

2.2 A Sociedade Limitada Unipessoal (SLU) e a extinção da EIRELI

A SLU foi normatizada pela Lei nº 13.874/2019, passando a admitir a existência de sociedade limitada com apenas um sócio. A unipessoalidade não deve, contudo, ser compreendida como simples reprodução da EIRELI: Ladslau e Mendonça (2020) ressaltam que, embora ambas as modalidades admitam titular único e assegurem limitação de responsabilidade, a EIRELI impunha à pessoa natural a restrição de titularidade de apenas uma empresa dessa natureza, limitação que não incide sobre o sócio único da SLU; esta, além disso, não está submetida a exigência legal de integralização de capital em valor previamente determinado.

A diferença entre as duas modalidades pode ser sintetizada em três elementos: unipessoalidade, limitação da responsabilidade e exigências relacionadas ao capital. Enquanto a EIRELI condicionava sua constituição à integralização de capital mínimo correspondente a cem salários-mínimos, a SLU não reproduz exigência equivalente, o que amplia a acessibilidade da modalidade para empreendimentos de menor porte; essa característica deve, porém, ser interpretada como mudança nas condições jurídicas de constituição, e não como evidência de maior desempenho econômico ou de maior sustentabilidade empresarial.

A extinção da EIRELI, oficializada pela Lei nº 14.195/2021, revogou o dispositivo que a instituíra, impedindo a constituição de novas EIRELIs a partir de 2022 e determinando a transformação das empresas já existentes em SLU, sem interrupção das atividades em curso (MALAMAN; ANDRADE; CAMARGO, 2024). O processo não representa apenas alteração terminológica: a SLU preservou a possibilidade de limitação de responsabilidade e, simultaneamente, eliminou a exigência de capital mínimo que caracterizava a modalidade anterior, combinação que as fontes analisadas apontam como principal fator explicativo de sua maior flexibilidade. Malaman, Andrade e Camargo (2024) destacam ainda a estrutura relativamente simples da sociedade limitada em comparação com a sociedade anônima, o que reforça sua atratividade para empresas de menor porte.

Esse movimento de simplificação insere-se em um contexto mais amplo de formalização empresarial. Dados de mercado citados no manuscrito original, oriundos de reportagem da Infomoney, indicam elevada participação dos Microempreendedores Individuais entre as

empresas ativas no país e apontam a dificuldade de obtenção de estatísticas detalhadas sobre as diferentes modalidades empresariais por estado e ano de abertura; tais dados permitem contextualizar a predominância de determinadas formas de organização empresarial, mas não sustentam, isoladamente, relação causal entre a adoção de uma modalidade jurídica específica e o desempenho econômico dos empreendimentos.

2.3 Estrutura jurídica, sustentabilidade ambiental e empreendedorismo sustentável

A análise da forma empresarial ganha outra dimensão quando considerada junto à sustentabilidade ambiental. Bánkuti e Bánkuti (2014) sustentam que o desempenho das organizações deve ser avaliado para além da competitividade estritamente econômica, incorporando a gestão ambiental; os autores identificam razões empresariais para a adoção de estratégias ambientalmente adequadas, entre elas a redução de penalizações, a redução de custos, o incremento de receitas, a abertura de novos mercados e a atração de consumidores mais exigentes.

O empreendedorismo sustentável amplia essa discussão ao considerar oportunidades de negócio associadas simultaneamente a questões econômicas, sociais e ambientais. Boszczowski e Teixeira (2012) analisam o processo empreendedor a partir da identificação de oportunidades voltadas à solução de problemas sociais e ambientais, enquanto Orsiolli e Nobre (2016) relacionam o empreendedorismo sustentável à criação de valor nas dimensões econômica, ambiental e social do desenvolvimento sustentável, ampliando o foco da atividade empresarial para além dos resultados estritamente econômicos. Santos e Teixeira (2021) acrescentam a essa discussão o processo de criação de empresas ambientalmente sustentáveis, destacando a importância de compreender os elementos que levam uma empresa concebida com foco ambiental a produzir impactos no meio social.

Essas contribuições permitem estabelecer conexão conceitual entre sustentabilidade e gestão empresarial, sem supor que toda empresa seja sustentável por atuar em determinado setor: a sustentabilidade relaciona-se às estratégias e práticas efetivamente desenvolvidas pela organização, e a modalidade jurídica constitui dimensão distinta dessas práticas. Favaro (2020) sustenta que a SLU pode ser utilizada para o desenvolvimento de quaisquer atividades econômicas; por consequência, empreendimentos orientados a questões ambientais podem adotar essa modalidade, o que não equivale a dizer que a escolha da SLU seja, isoladamente, evidência de que a empresa adote práticas sustentáveis ou produza resultados ambientais positivos.

A implicação teórica central dessa aproximação é a necessidade de manter distintos dois níveis de análise: um jurídico-organizacional, relativo à modalidade utilizada para estruturar a empresa, e outro estratégico e socioambiental, relativo às atividades, práticas e objetivos efetivamente desenvolvidos pelo empreendimento. A estrutura jurídica condiciona determinadas possibilidades de organização, mas não determina o conteúdo das práticas empresariais, distinção que também orienta a análise do desenvolvimento local desenvolvida a seguir.

2.4 EIRELI, SLU e desenvolvimento local

A possibilidade de constituição de empresa por titular único não se restringe ao campo jurídico: associada às atividades desenvolvidas no território, a modalidade empresarial relaciona-se às condições de formalização de iniciativas voltadas ao desenvolvimento local. O ponto de partida é a distinção entre estrutura jurídica da empresa e processo de desenvolvimento local: a primeira estabelece o enquadramento jurídico do empreendimento; o segundo envolve relações econômicas, sociais e territoriais não determinadas exclusivamente pela forma empresarial.

Silva e Mello (2020) caracterizam o desenvolvimento local como processo associado ao potencial e à autonomia da comunidade na busca de soluções para problemas existentes no próprio território, com utilização de saberes e recursos locais e participação dos atores locais, ainda que determinadas iniciativas possam ser inicialmente estimuladas por agentes externos. Nessa perspectiva, uma empresa individualmente constituída pode integrar processos locais de desenvolvimento, mas sua existência jurídica, isoladamente, não permite concluir que esteja produzindo desenvolvimento local.

Favaro (2020) sustenta que a SLU pode ser empregada para o desenvolvimento de quaisquer atividades econômicas, de modo que empreendimentos voltados ao desenvolvimento local podem adotá-la para estruturar suas relações jurídicas, trabalhistas, fiscais e financeiras. A contribuição potencial da SLU está, nesse sentido, na possibilidade de formalização de atividade econômica sem a necessidade de composição societária com outro indivíduo; essa formalização deve, porém, ser tratada como condição organizacional do empreendimento, e não como evidência suficiente de seus efeitos econômicos ou sociais no território.

A literatura oferece uma referência empírica específica para essa discussão. Américo Filho e Paul (2023), ao examinarem a SLU em relação ao desenvolvimento social e econômico

no Estado do Pará, identificaram variação no volume de abertura de sociedades limitadas, embora a modalidade de Empresário Individual ainda apresentasse predominância, e propõem que a evolução da representatividade das SLUs seja acompanhada por indicadores sociais e econômicos do estado e pelo grau de envolvimento das empresas com responsabilidade social empresarial e governança corporativa. Esse resultado é relevante para delimitar o alcance da presente análise: a evolução quantitativa das SLUs pode indicar transformação da estrutura empresarial, mas não deve ser interpretada automaticamente como evidência de desenvolvimento social ou econômico.

2.5 Formalização empresarial, startups e limites da autonomia patrimonial

A relação entre estrutura jurídica e empreendedorismo aparece de forma específica na literatura sobre startups. Lima et al. (2021) discutem a utilização da SLU nesse contexto e destacam a possibilidade de constituição sem a necessidade de um segundo sócio, a ausência de exigência de capital social oneroso e a separação entre o patrimônio pessoal do empreendedor e o patrimônio empresarial; os autores também apontam a importância de considerar porte, faturamento, atividade desenvolvida e planejamento tributário na escolha da modalidade empresarial.

A simplificação da constituição, contudo, não elimina os demais obstáculos da formalização. A formalização empresarial também não pode ser compreendida exclusivamente a partir das condições jurídicas oferecidas pelo Estado, uma vez que envolve as motivações e circunstâncias dos próprios empreendedores. Em pesquisa realizada com 78 microempreendedores individuais do Estado de Mato Grosso, Sebalhos et al. (2023) verificaram predominância de motivações associadas à oportunidade, especialmente ao desejo de possuir o próprio negócio e alcançar independência financeira, enquanto fatores relacionados à necessidade, como o desemprego, apresentaram menor peso entre os motivos declarados para a formalização. Os resultados sugerem que a decisão de formalizar uma atividade empresarial resulta da interação entre condições institucionais e características do empreendedor, aspecto que deve ser considerado na análise das possibilidades de utilização da SLU.

Lima et al. (2021) identificam a burocracia estatal e o tempo necessário à abertura ou regularização da empresa como dificuldades relevantes, e chamam atenção para situações em que uma ideia empresarial avança para a execução sem que tenha sido previamente regularizada, circunstância que pode gerar problemas para sua implementação.

A literatura jurídica registra ainda limites relacionados à autonomia patrimonial. Fairrich, Morelato e Lanzillotta (2022) discutem a possibilidade de utilização indevida da autonomia patrimonial para práticas fraudulentas e apontam a dificuldade de demonstração da responsabilidade do titular em determinadas situações; essa observação não invalida a limitação de responsabilidade característica da modalidade, mas evidencia que a autonomia patrimonial não deve ser compreendida como proteção absoluta ou desvinculada das responsabilidades jurídicas do empresário.

Uma estrutura jurídica mais simples pode, assim, reduzir determinadas barreiras à formalização, mas não elimina exigências legais, fiscais, administrativas ou gerenciais, nem permite inferir, sem investigação específica, que empresas constituídas sob essa modalidade apresentarão desempenho superior ou produzirão maiores benefícios ambientais ou sociais.

2.6 Delimitação da contribuição do estudo

A literatura examinada permite organizar a relação entre os principais constructos do estudo em três níveis complementares: a estrutura jurídico-empresarial, na qual a transição da EIRELI para a SLU alterou as condições de constituição da empresa individual com responsabilidade limitada; a atividade empreendedora, que envolve a criação e organização de empreendimentos em diferentes setores econômicos; e os resultados econômicos, sociais, ambientais e territoriais associados à atuação empresarial.

A transição para a SLU apresenta, segundo as fontes analisadas, diferenças relevantes em relação à EIRELI, sobretudo quanto à exigência de capital mínimo e às restrições de titularidade, e pode ser particularmente relevante para empreendedores que desejam atuar individualmente. Os estudos sobre sustentabilidade e desenvolvimento local, contudo, não permitem estabelecer que a modalidade societária, isoladamente, determine práticas ambientalmente sustentáveis ou resultados de desenvolvimento territorial: esses resultados associam-se às características das atividades desenvolvidas, às estratégias empresariais e às relações estabelecidas com os atores locais.

A contribuição do estudo deve, portanto, ser delimitada àquilo que seu desenho e suas evidências permitem demonstrar: a identificação de características jurídicas da transição, a discussão de suas implicações para a formalização empresarial e o estabelecimento de relações conceituais com sustentabilidade e desenvolvimento local. Não é possível, a partir dessas características, sem evidência empírica adicional, concluir que a SLU cause maior

sustentabilidade, maior desenvolvimento local ou melhor desempenho econômico, o que reforça a necessidade de dados mais detalhados e de estudos empíricos capazes de examinar suas implicações em setores específicos.

3. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido a partir de abordagem qualitativa, orientada pela análise da transição da EIRELI para a SLU e de suas possíveis relações com a formalização empresarial, a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local. A investigação estrutura-se mediante levantamento e exame de fontes bibliográficas e documentais relacionadas à evolução normativa das duas modalidades, bem como de estudos sobre empreendedorismo sustentável, gestão ambiental e desenvolvimento local, sem apresentar investigação empírica própria baseada em questionários, entrevistas ou acompanhamento direto de empresas.

A dimensão documental compreende, especialmente, o marco normativo que instituiu a EIRELI (Lei nº 12.441/2011) e as alterações posteriores que introduziram a SLU (Lei nº 13.874/2019) e determinaram a extinção da primeira (Lei nº 14.195/2021). A abordagem bibliográfica articula três dimensões analíticas: (i) a evolução da estrutura jurídica destinada ao exercício individual da empresa; (ii) as possibilidades de utilização da SLU por empreendedores; e (iii) a relação conceitual entre atividade empresarial, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento local.

Essa delimitação metodológica condiciona a interpretação dos resultados. Como o estudo não apresenta dados empíricos próprios sobre desempenho econômico, impacto ambiental ou desenvolvimento territorial de empresas constituídas como SLU, suas conclusões permanecem circunscritas à análise documental e bibliográfica realizada; eventuais relações entre a modalidade jurídica e resultados sociais, ambientais ou econômicos são discutidas como possibilidades ou implicações analíticas sustentadas pela literatura examinada, e não como relações causais empiricamente demonstradas pelo presente estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Da EIRELI à SLU: mudança nas condições de constituição

A análise evidencia que a criação da EIRELI representou alternativa jurídica para o exercício individual da atividade empresarial com separação entre o patrimônio do titular e o patrimônio destinado à atividade, mas o requisito de integralização de capital mínimo correspondente a cem salários-mínimos constituiu barreira para determinados empreendedores.

A SLU modificou esse cenário ao permitir a constituição de sociedade limitada por um único sócio sem exigência de capital mínimo, preservando a separação patrimonial que já caracterizava a modalidade anterior.

A principal mudança identificada não está, portanto, na possibilidade de exercer individualmente uma atividade empresarial, já disciplinada por modelos anteriores, mas nas condições jurídicas estabelecidas para essa constituição. Essa alteração amplia as alternativas disponíveis para a formalização empresarial individual, mas essa ampliação não deve ser confundida com demonstração de que a SLU, por si mesma, aumenta o número de empreendimentos formalizados ou produz determinado resultado econômico: o estudo examina alterações institucionais e suas possíveis implicações, sem apresentar dados próprios que permitam mensurar quantitativamente os efeitos da mudança normativa.

Essa alteração amplia as alternativas disponíveis para a formalização empresarial individual, mas essa ampliação não deve ser confundida com demonstração de que a SLU, por si mesma, aumenta o número de empreendimentos formalizados ou produz determinado resultado econômico. Evidências empíricas sobre outras políticas brasileiras de formalização indicam, contudo, que alterações institucionais podem modificar de maneira significativa a configuração do empreendedorismo individual. Ao analisar os efeitos da Lei do Microempreendedor Individual, Cavalheiro e Mariano (2023) identificaram crescimento expressivo dos registros de empreendedores individuais no período analisado e destacaram o papel da legislação na redução de barreiras à formalização, embora também tenham observado efeitos sobre as relações de trabalho que recomendam uma interpretação cautelosa dos resultados.

Como discutido na fundamentação teórica, a adequação da SLU depende das características e necessidades da atividade econômica desenvolvida, bem como das exigências jurídicas, tributárias e organizacionais aplicáveis a cada caso (LIMA *et al.*, 2021); a modalidade não deve, portanto, ser tratada como solução universal para qualquer empreendimento individual.

4.2 Possibilidades e limites da formalização por meio da SLU

A ausência de exigência de capital mínimo, combinada à possibilidade de constituição por apenas um titular, torna a SLU alternativa juridicamente mais acessível que a antiga EIRELI para o empreendedor que pretende exercer individualmente determinada atividade econômica.

Essa simplificação da estrutura societária, contudo, não elimina os demais desafios relacionados à criação e à manutenção da empresa. A experiência de pequenos empreendedores evidencia que a complexidade jurídico-tributária permanece como elemento relevante do ambiente empresarial, inclusive em razão do desconhecimento sobre os serviços de assessoramento disponíveis e sobre sua utilidade para a gestão do negócio (LIMA; SILVA, 2024). Nesse sentido, a redução de uma barreira jurídica específica, como a exigência de capital mínimo, não deve ser confundida com a eliminação das dificuldades regulatórias, tributárias e gerenciais que acompanham a atividade empresarial.

Também persistem limites relacionados à aplicação da autonomia patrimonial, que pode ser utilizada de maneira inadequada e cuja invocação nem sempre afasta a demonstração da responsabilidade do titular em determinados casos (FAIRICH; MORELATO; LANZILLOTTA, 2022). A separação patrimonial constitui, assim, característica relevante da modalidade, mas não deve ser apresentada como mecanismo capaz de afastar indistintamente todas as responsabilidades jurídicas decorrentes da atividade empresarial.

O principal resultado desta dimensão da análise é reconhecer que a SLU reorganiza as possibilidades jurídicas de exercício individual da empresa, sem eliminar os fatores administrativos, regulatórios e gerenciais que condicionam a formalização e a continuidade dos empreendimentos.

4.3 SLU, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento local

A flexibilidade jurídica da SLU permite sua utilização por empreendimentos voltados a diferentes finalidades econômicas, incluindo atividades relacionadas à sustentabilidade ambiental e ao desenvolvimento local, mas essa relação deve ser interpretada em termos conceituais e institucionais, não causais. Uma empresa constituída como SLU pode desenvolver atividades orientadas por objetivos de sustentabilidade; a condição jurídica da empresa, porém, não constitui evidência de que tais objetivos estejam efetivamente incorporados às suas práticas, que decorrem das estratégias e decisões concretamente adotadas (BOSZCZOWSKI; TEIXEIRA, 2012; ORSIOLLI; NOBRE, 2016). O mesmo raciocínio se aplica ao desenvolvimento local, associado à mobilização de recursos, conhecimentos e atores do território (SILVA; MELLO, 2020): a simples constituição de empresa sob a modalidade SLU não permite concluir que ela esteja produzindo desenvolvimento local, o que exigiria examinar as atividades desenvolvidas, os atores envolvidos e os efeitos produzidos no território, como

sugerem Américo Filho e Paul (2023) ao proporem o acompanhamento conjunto da SLU com indicadores sociais, econômicos e de governança no Estado do Pará.

A literatura sobre micro e pequenas empresas oferece elementos complementares para situar essa discussão, embora não trate especificamente da SLU. Tachizawa e Pozo (2007) examinaram práticas de gestão ambiental e responsabilidade social em micro e pequenas empresas de diferentes setores e identificaram a necessidade de mudanças na gestão apoiadas por padrões de sustentabilidade; Guimarães e Dias (2012) investigaram a participação de funcionários em ações ambientais de uma pequena empresa e evidenciaram a relevância dessa participação para a implementação da gestão ambiental; Barboza, Leismann e Johann (2014), ao investigarem gestores de micro e pequenas empresas da região oeste do Paraná, relataram valorização do tema por parcela significativa dos empresários e a existência de práticas sustentáveis nas organizações pesquisadas.

Essas evidências não demonstram que a SLU produza sustentabilidade, mas ajudam a situar a modalidade em um contexto empresarial no qual práticas ambientais e sociais constituem dimensões relevantes da gestão: a forma societária oferece estrutura para o exercício da atividade econômica, enquanto a sustentabilidade depende das estratégias, decisões, recursos e práticas efetivamente adotados pela organização. Na mesma direção, Santos e Concheto (2009) analisaram proposta de empreendedorismo social voltada a empresários de micro e pequenas empresas de Campo Limpo Paulista e identificaram potencial para o desenvolvimento de novos modelos socioprodutivos; Araújo e Azevedo (2012), em estudo sobre micro e pequenas empresas de Paranaíba-MS, identificaram disposição empreendedora entre os participantes, mas também limitações relacionadas ao conhecimento sobre responsabilidade social e seus benefícios de longo prazo; Di Agostini (2009) relacionou a gestão financeira à sustentabilidade de micro e pequenos empreendimentos do agronegócio, destacando desafios de investimento, obtenção de recursos e administração do capital de giro. Em conjunto, esses estudos indicam que a sustentabilidade dos pequenos negócios envolve dimensões ambiental, social e econômica que não se reduzem à forma jurídica adotada, o que reforça que os efeitos da SLU sobre sustentabilidade e desenvolvimento local permanecem, nas fontes examinadas, uma questão em aberto para investigação empírica futura.

4.4 Interpretação integrada dos resultados

Considerados conjuntamente, os resultados permitem identificar três aspectos principais. O primeiro refere-se à simplificação das condições jurídicas para o exercício

individual da atividade empresarial: a transição da EIRELI para a SLU eliminou a exigência de capital mínimo, preservando a separação patrimonial entre titular e empresa. O segundo refere-se à ampliação das possibilidades de utilização da modalidade em diferentes atividades econômicas, inclusive relacionadas à sustentabilidade ambiental, possibilidade que decorre da amplitude de utilização da SLU, e não de característica ambiental intrínseca à sua natureza jurídica. O terceiro refere-se à necessidade de distinguir potencial institucional de impacto efetivamente demonstrado: a existência de estrutura jurídica mais flexível pode criar condições para a formalização de empreendimentos, mas o estudo não apresenta evidências empíricas próprias que permitam afirmar que a SLU produz, por si só, desenvolvimento local, sustentabilidade ambiental ou desempenho econômico superior.

Essa distinção constitui o ponto central da discussão: a contribuição analítica do estudo está na articulação entre a evolução jurídica da empresa individual e as possibilidades de sua inserção em atividades associadas à sustentabilidade e ao desenvolvimento local, sem que os resultados disponíveis autorizem transformar essa possibilidade em relação causal. Estudos posteriores, com dados diretamente observados, poderão examinar como empreendimentos constituídos sob essa modalidade se relacionam com práticas ambientais, geração de valor, desenvolvimento econômico e dinâmicas territoriais específicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou a transição da Empresa Individual de Responsabilidade Limitada para a Sociedade Limitada Unipessoal e discutiu suas possibilidades de articulação com o empreendedorismo, a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento local. A análise bibliográfica e documental identificou que a mudança normativa alterou as condições formais para o exercício individual da atividade empresarial, sobretudo pela eliminação da exigência de capital mínimo que caracterizava a EIRELI e pela admissão da constituição de sociedade limitada por um único sócio.

A principal contribuição identificada no plano jurídico-institucional está na ampliação das possibilidades de organização empresarial individual por meio de estrutura de responsabilidade limitada: a SLU elimina a necessidade de constituição artificial de quadro societário plural para quem deseja desenvolver individualmente uma atividade empresarial e não reproduz a exigência de capital mínimo anteriormente prevista para a EIRELI. Os resultados, contudo, não permitem atribuir à SLU efeitos automáticos sobre o desempenho das empresas ou sobre a produção de resultados econômicos, sociais e ambientais: a modalidade

jurídica organiza a forma de constituição do empreendimento, mas não determina, por si mesma, suas estratégias, práticas de gestão ou impactos.

A contribuição do estudo está, portanto, na articulação entre três dimensões que não devem ser confundidas: estrutura jurídico-empresarial, atividade empreendedora e resultados socioeconômicos e ambientais. A SLU pertence à primeira dimensão; sustentabilidade, desenvolvimento local e desempenho pertencem às dimensões subsequentes e dependem da forma como a atividade empresarial é efetivamente conduzida.

Entre as limitações do estudo, destaca-se sua natureza bibliográfica e documental: a pesquisa não apresenta evidências primárias produzidas a partir da observação direta de empresas constituídas como SLU, não permite mensurar impactos ambientais, sociais, econômicos ou territoriais dessa modalidade, e sua análise está condicionada ao conteúdo e ao alcance das fontes examinadas. Como agenda para pesquisas futuras, mostra-se pertinente a realização de estudos empíricos sobre empresas constituídas como SLU em setores específicos, especialmente para examinar práticas ambientais, processos de formalização, estratégias de sustentabilidade e relações com o desenvolvimento local, bem como investigações que comparem empiricamente diferentes modalidades empresariais a partir de indicadores e procedimentos capazes de sustentar as relações analisadas.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. L. A tradição europeia em sociedade unipessoal: comparação com o Brasil. **Revista da Faculdade de Direito da UFMG**, v. 63, p. 491-527, 2013. DOI: 10.12818/P.0304-2340.2013v63p491.
- AMÉRICO FILHO, G. P.; PAUL, L. N. G. Sociedade Limitada Unipessoal: da limitação de responsabilidade do empresário individual às perspectivas de desenvolvimento social e econômico no estado do Pará. **Revista Brasileira de Direito Empresarial**, v. 9, n. 1, p. 85-102, 2023.
- ARAÚJO, G. C.; AZEVEDO, P. S. Responsabilidade social em micro e pequenas empresas. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 6, n. 1, p. 3-19, 2012.
- BÁNKUTI, S. M. S.; BÁNKUTI, F. I. Gestão ambiental e estratégia empresarial: um estudo em uma empresa de cosméticos no Brasil. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 1, p. 171-184, 2014.
- BARBOZA, J. V. S.; LEISMANN, E. L.; JOHANN, J. A. Sustentabilidade na visão de gestores de micro e pequenas empresas da região oeste do Paraná. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, 2014.
- BOSZCZOWSKI, A. K.; TEIXEIRA, R. M. O empreendedorismo sustentável e o processo empreendedor: em busca de oportunidades de novos negócios como solução para problemas sociais e ambientais. **Revista Economia & Gestão**, v. 12, n. 29, p. 141-168, 2012.

CAVALHEIRO, G. M. C.; MARIANO, S. R. H. Assessing the impacts of the individual micro-entrepreneur act in Brazil: 10 years later. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 17, n. 3, p. 51-68, 2023. DOI: 10.48099/1982-2537/2023v17n3p5168.

DI AGOSTINI, C. A. Gestão financeira nos micro e pequenos empreendimentos no contexto do agronegócio: uma abordagem de desenvolvimento sustentável. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 3, n. 3, 2009. DOI: 10.6034/57.

FAIRICH, A. C. B.; MORELATO, V.; LANZILLOTTA, E. Aspectos da EIRELI e as implicações de sua extinção pelo advento da Sociedade Limitada Unipessoal. **Revista Jures**, v. 15, n. 28, p. 61-82, 2022.

FAVARO, L. M. Modelos de limitação da responsabilidade para o exercício individual da empresa: EIRELI versus Sociedade Limitada Unipessoal. **Revista Brasileira de Direito Empresarial**, v. 6, n. 1, p. 65-86, 2020.

GUIMARÃES, A. C. R. A.; DIAS, R. A importância da participação dos funcionários nas ações ambientais da empresa: um estudo no Supermercado Verdemar. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 6, n. 1, p. 123-133, 2012.

LADSLAU, M. S.; MENDONÇA, S. B. A Sociedade Limitada Unipessoal e a aparente derrogação tácita dos efeitos da unipessoalidade incidental. **Revista de Direito Civil**, v. 2, n. 2, p. 130-145, 2020.

LIMA, R. O. O.; BESERRA, T. K. P.; FORMIGA, N. S.; OLIVEIRA, P. V. M.; NASCIMENTO, E. O. S. Sociedade limitada unipessoal - SLU: o melhor para uma startup? **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, e1910917757, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i9.17757.

LIMA, J. J. M.; SILVA, F. P. A percepção dos pequenos empreendedores sobre a consultoria jurídico-tributária. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 18, n. 1, p. 130-149, 2024. DOI: 10.48099/1982-2537/2024v18n1p130149.

MALAMAN, I. S.; ANDRADE, F. G.; CAMARGO, M. E. As sociedades limitadas mediante uma compreensão econômica. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 11, p. 1-20, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n11-117.

ORSIOLLI, T. A. E.; NOBRE, F. S. Empreendedorismo sustentável e stakeholders fornecedores: criação de valores para o desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 20, n. 4, p. 502-523, 2016. DOI: 10.1590/1982-7849rac2016150031.

SANTOS, A. C. M.; CONCHETO, C. L. Empreendedorismo social: desenvolvimento de um modelo de desenvolvimento sustentável no contexto socioambiental de. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 3, n. 1, 2009. DOI: 10.6034/52.

SANTOS, J. A. R.; TEIXEIRA, R. M. Processo de criação de empresas ambientalmente sustentáveis. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, v. 10, n. 2, e1913, 2021. DOI: 10.14211/regepe.e1913.

SILVA, F. A. G.; MELLO, E. M. R. Os aspectos legal, social e econômico da gestão de resíduos sólidos: oportunidades e desafios. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 6, p. 1-14, 2020.

TACHIZAWA, T.; POZO, H. Gestão de recursos humanos em micro e pequenas empresas: um enfoque de gestão ambiental e responsabilidade social para seu crescimento. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 1, n. 1, p. 4-23, 2007.