

Table of Contents

VEREDA TOCANTINS — TECHNICAL STUDIES DOSSIER

Padrão Institucional · Estudos Recentes 2024-2026 · Fontes Auditáveis

Versão: v1.0 · 12 Maio 2026 **Destinatários:** Fundos de infraestrutura · Hyperscalers · Comitês técnicos **Confidencialidade:** CONFIDENCIAL — sob NDA **Período de análise das fontes:** 2024-Q1 2026

SUMÁRIO

PARTE I — Demanda & macro Estudo 1 · Hyperscaler Capex Cycle 2026 · USD 690-725 B
Estudo 2 · 24/7 Carbon-Free Energy framework · Google/Microsoft compact Estudo 3 ·
LATAM datacenter boom · Brasil hub

PARTE II — Suprimento & geografia Estudo 4 · PDE 2034 (EPE) · transmissão e demanda
Estudo 5 · Solar resource Brasil · NASA POWER + Atlas LABREN Estudo 6 · Lazard LCOE+
2025 · solar e BESS benchmark mundial

PARTE III — Regulatório Estudo 7 · MP 1.304/2025 · liberalização + ASR-CFE Estudo 8 · Lei
14.300 · geração distribuída Estudo 9 · REIDI ampliado · MP 1.304 expansão energy storage
Estudo 10 · SUDAM 75% IRPJ · Lei 13.799 · Tocantins Estudo 11 · Lei 12.651 Cerrado · ASV
+ Tocantins

PARTE IV — Tecnologia & sustentabilidade Estudo 12 · Datacenter water · liquid cooling ·
WUE Estudo 13 · Green Hydrogen Brasil · Pecém/Suape hub

PARTE V — Síntese de implicações para VEREDA

PARTE I — DEMANDA & MACRO

ESTUDO 1 · HYPERSCALER CAPEX CYCLE 2026 · USD 690-725 B

Fontes principais: - AL Capital Advisory · CFA Analysis 2026 Q1 earnings ·
<https://alcapitaladvisory.com/research/intelligence/ai-infrastructure.html> - Futurum
Group · AI Capex 2026: The \$690B Infrastructure Sprint ·
<https://futurumgroup.com/insights/ai-capex-2026-the-690b-infrastructure-sprint/> -
DataCenter Knowledge · 2026 Hyperscaler outlook ·
<https://www.datacenterknowledge.com/hyperscalers/hyperscalers-in-2026-what-s-next-for-the-world-s-largest-data-center-operators->

Achados: - Capex hyperscaler AI 2026: USD 690-725 B (vs USD 250 B em 2024) - Google Cloud: +63% YoY · AWS: +28% YoY · Microsoft: USD 190 B CY2026 commitment - Stargate I (Oracle/OpenAI) em Abilene-TX: 1,2 GW em fase 1 + 6 prédios adicionais entregues meio 2026 - Stargate planeja >450.000 NVIDIA GB200 GPUs - “Power has emerged as the binding constraint” — gás natural usado como ponte até nuclear e geração renovável firme amadurecerem

Implicação para VEREDA: A demanda hyperscaler 2026 está oficialmente em modo emergencial. Cada GW de capacidade carbon-free firme é disputada globalmente. VEREDA oferece exatamente isto: 2 GW solar firme em uma das melhores latitudes do mundo, em Brasil (matriz já 85% renovável), com janela regulatória aberta (MP 1.304/2025 ASR-CFE).

ESTUDO 2 · 24/7 CARBON-FREE ENERGY · GOOGLE/MICROSOFT COMPACT

Fontes principais: - McKinsey · How hyperscalers are fueling the race for 24/7 clean power · <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/how-hyperscalers-are-fueling-the-race-for-24-7-clean-power> - Yale Clean Energy Forum · How Hyperscalers Are Powering Their Data Centers · <https://cleanenergyforum.yale.edu/2025/11/12/how-hyperscalers-are-powering-their-data-centers> - SDxCentral · Hyperscaler sustainability scorecard · <https://www.sdxcentral.com/analysis/hyperscaler-sustainability-scorecard-rating-googles-microsofts-and-aws-environmental-strategies/> - S&P Global · Hyperscaler procurement to shape US power investment · <https://www.spglobal.com/sustainable1/en/insights/special-editorial/hyperscaler-procurement-to-shape-us-power-investment>

Achados: - Google e Microsoft co-fundaram o “24/7 Carbon-Free Energy Compact” sob auspícios da ONU — compromisso de matching horário (não apenas anual) entre geração e consumo - Meta de Google: 100% 24/7 CFE em todas operações até 2030 - Reconhecimento explícito: “Nuclear baseload é a única fonte carbon-free atualmente escalável para 24/7” - Caminho dominante: nuclear (SMRs no longo prazo) + solar + BESS + storage de longa duração - Microsoft/Constellation TMI · Google/Kairos SMR · Meta/Constellation · AWS/Talen são deals de referência

Implicação para VEREDA: O produto VEREDA é precisamente desenhado para esta demanda: solar 2 GW + BESS 200 MW × 4h = base de carbon-free 24/7 com bridge gás-livre para a janela noturna. Em latitude 9,75°S a sazonalidade é mínima, o que melhora a “matching score” (métrica que hyperscalers passaram a usar). H₂V eletrólise é alavanca para flexibilidade adicional.

ESTUDO 3 · LATAM DATACENTER BOOM · BRASIL HUB

Fontes principais: - Cushman & Wakefield · Data Center Expansion in Latin America · <https://www.cushmanwakefield.com/en/brazil/insights/data-center-expansion-in-latin->

america - White & Case · Mexico and Brazil lead Latin America's data center boom · <https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/latin-america-focus-2025/mexico-brazil-latam-data-center-boom> - IMAP · Brazil Emerges as a Data Center Powerhouse in LATAM · <https://www.imap.com/en/insights/2025/Brazil-Emerges-as-a-Data-Center-Powerhouse-in-LATAM~cv> - Arizton · LATAM Data Center 2030 USD 14,3 B · <https://www.arizton.com/market-reports/latin-america-data-center-market-analysis> - CleanBridge · Brazil GDC2025 · <https://www.cleanbridge.co/insights/energy-transition/cleanbridge-global-data-center-market-report-2025/regional-market-overviews-gdc2025/brazil-gdc2025/>

Achados: - Mercado LATAM datacenter 2026: USD 6,05 B em construção · 2030: USD 14,3 B (CAGR ~11,7%) - Brasil concentra a maior parte do crescimento — matriz 94% renovável é diferencial chave - Em 2024, operadores de datacenter brasileiros assinaram 1,7 GW solar + 0,6 GW eólico em contratos de auto-produção, “locking in dollar-denominated rates abaixo das tarifas de rede” - Microsoft anunciou USD 2,6 B em datacenter Brasil · V.tal USD 1 B - Janeiro 2025: 85% da eletricidade brasileira veio de fontes renováveis (primariamente hidrelétrica) - “Brazil emerging as a data center powerhouse in LATAM” (IMAP, 2025) - Custos mecânicos respondem por 37,35% do CAPEX em LATAM por causa do clima tropical (cooling intensivo)

Implicação para VEREDA: Estamos exatamente no ponto certo da curva de mercado. O produto é defensável: combinação raríssima de solar 2 GW + DC 300-400 MW IT + carbon-free 24/7 + USD-denominated + estrutura SUDAM no Tocantins. Comparáveis recentes (Microsoft em SP, V.tal, Ascenty-Pecém) validam o apetite por escala.

PARTE II — SUPRIMENTO & GEOGRAFIA

ESTUDO 4 · PDE 2034 (EPE/MME) · TRANSMISSÃO E DEMANDA

Fontes principais: - EPE · Plano Decenal de Expansão de Energia · <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde> - Câmara dos Deputados · Discussão PDE 2034 (set 2025) · <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-eventos/apresentacao-de-convidados-2025/30-09-2025-10h-discussao-do-plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde-2034/1.%20EPE.pdf> - MME · PDE 2034 aprovado · <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-destaca-avancos-do-setor-eletrico-rumo-a-sustentabilidade-e-eficiencia-ate-2034> - O Setor Elétrico · 2º Caderno PDE 2034 · <https://www.osetoreletrico.com.br/mme-e-epe-publicam-segundo-caderno-do-plano-decenal-de-expansao-de-energia-2034/>

Achados: - PDE 2034 cobre o ciclo 2025-2034 (decenal, atualização anual) - Capacidade de exportação de energia da região NORDESTE projetada: 28.000 MW em 2034 (vs <20.000 MW atual) - Capacidade de importação Sul: 18.000 MW até 2036 - Eixo Norte-Nordeste (Tocantins/Maranhão) explicitamente identificado como prioritário para conexão de novas

gerações renováveis - 12 cadernos temáticos: economia/demografia, demanda, geração centralizada, **transmissão**, biocombustíveis, gás natural, análise socioambiental, consolidação - 16 cadernos técnicos + 7 estudos complementares - Estudos de transmissão “visam expansão de interconexões regionais, atendimento a cargas de hidrogênio, e introdução de novas tecnologias”

Implicação para VEREDA: A LT 500 kV de ~70 km até SE Rio Sono está alinhada com o PDE 2034. O fato de o Plano destacar “atendimento a cargas de hidrogênio” valida a inclusão do componente H₂V no projeto. A janela de conexão está aberta, mas a competição por slots de RAP (Receita Anual Permitida) deve crescer — pré-consulta ao ONS é prioridade Q3 2026.

ESTUDO 5 • SOLAR RESOURCE BRASIL • NASA POWER + ATLAS LABREN

Fontes principais: - INPE / LABREN · Atlas Brasileiro de Energia Solar 2ª edição · https://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017-en.html - NASA POWER · <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> - Global Solar Atlas (Banco Mundial) · <https://www.globalsolaratlas.info/download/brazil> - Nature Scientific Reports · Reducing uncertainties of climate projections on solar energy resources in Brazil · <https://www.nature.com/articles/s41598-024-73769-y> - MDPI Energies · GHI in Brazil: Comparative Study of Reanalysis Datasets · <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/20/5063>

Achados: - Atlas LABREN 2ª ed: 72.272 registros · grid 10 km × 10 km · GHI, DNI, difusa, plano inclinado, PAR - Brasil Centro-Oeste e Nordeste: GHI anual médio entre 5.000-6.200 Wh/m²/dia - Site VEREDA: NASA POWER · 22 anos · GHI médio 5,56 kWh/m²/dia · top 8% nacional - Capacity Factor P50 calculado: 31,2% (com ganho bifacial 1,04× embedded) - P90 (uncertainty 7,5%): 28,9% — ainda excelente - Latitude 9,75°S: sazonalidade Jan-Dez < 6%, contra >20% em latitudes >25°S - INPE SONDA network: dados solarimétricos validados em três componentes (GHI, DNI, difusa)

Implicação para VEREDA: Recurso confirmado em **três fontes independentes:** NASA POWER (satélite), INPE LABREN (validação em terra), Global Solar Atlas (BIRD modelo). A combinação CF 31,2% + baixa sazonalidade + clean atmosphere = LCOE projetado USD 24-28/MWh, alinhado com o que Lazard vê em melhores sites do mundo. Pré-due diligence técnica deve incluir PVSyst v7.4 com 12 meses de dados de irradiação local (estação meteorológica no site).

ESTUDO 6 • LAZARD LCOE+ 2025 • BENCHMARK MUNDIAL

Fontes principais: - Lazard · LCOE+ June 2025 (18th edition) · <https://www.lazard.com/research-insights/levelized-cost-of-energyplus-lcoeplus/> - Lazard · PDF LCOE+ Jun 2025 · https://www.lazard.com/media/5tlbhyla/lazards-lcoeplus-june-2025-_vf.pdf - PV-Tech · US utility-scale solar LCOE tightens to US\$38-78/MWh ·

<https://www.pv-tech.org/us-utility-scale-solar-pv-lcoe-tightens-to-us38-78-mwh-in-2025-lazard/> - Energy-Storage.News · Lazard BESS cost reductions 2025 · <https://www.energy-storage.news/lazard-says-us-energy-storage-cost-reduction-in-2025-offsets-prior-pandemic-driven-increases/> - Utility Dive · Higher renewables costs, diverse resources · <https://www.utilitydive.com/news/higher-renewable-energy-costs-lazard-lcoe-storage-hydrogen/720177/>

Achados (Lazard LCOE+ June 2025): - LCOE utility-scale solar (US, unsubsidized): USD 38-78/MWh · range tightened de 29-92 do ano anterior · médio USD 58/MWh - LCOE solar + storage (unsubsidized, US): USD 50-131/MWh - LCOS standalone BESS: - 100 MW · 2h: USD 129-277/MWh - 100 MW · 4h: USD 115-254/MWh - Cell density e EV demand softness drove BESS cost declines - “Renewables remain most cost-competitive form of new-build generation on unsubsidized basis”

Comparação com VEREDA (Brasil tem fundamentals diferentes): | Métrica | Lazard US 2025 | VEREDA Brasil | |—|—|—| | Utility solar LCOE | USD 38-78/MWh | USD 24-28/MWh | | Reason: GHI | 4,5-5,3 kWh/m²/d | 5,56 kWh/m²/d | | Reason: Labor/EPC | High US labor | BR EPC 30% cheaper | | Reason: Tax credits | ITC + PTC ~30% | SUDAM 75% IRPJ + REIDI | | Reason: Land cost | Higher | LandCo internal |

Implicação para VEREDA: Os custos US Lazard são o “ceiling” — Brasil pode delivar USD 22-28/MWh em utility solar com fundamentals atuais. CCEE confirmou Gameleira (152 MW) com PPA 20y a **USD 22/MWh**. Esta é a referência de competitividade que VEREDA precisa apresentar (e bater, dado o site superior).

PARTE III — REGULATÓRIO

ESTUDO 7 · MP 1.304/2025 · LIBERALIZAÇÃO + ASR-CFE

Fontes principais: - GLI · Energy Laws and Regulations 2026 Brazil · <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/energy-laws-and-regulations/brazil/> - Mayer Brown · Guide to Reform of Brazil’s Energy Sector (mai 2025) · <https://www.mayerbrown.com/-/media/files/perspectives-events/publications/2025/05/guide-to-the-reform-of-brazils-energy-sector.pdf> - IRENA · The Energy Transition in Brazil (nov 2025) · https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Nov/IRENA_COU_Energy_transition_Brazil_2025.pdf - IEA · Brazil Energy Policy Review 2025 · <https://iea.blob.core.windows.net/assets/f0c4e330-404a-431a-b3f7-93a0b466aabd/Brazil2025-EnergyPolicyReview.pdf> - Chambers and Partners · Power 2025 Brazil Trends · <https://practiceguides.chambers.com/practice-guides/power-generation-transmission-distribution-2025/brazil/trends-and-developments>

Achados: - MP 1.304/2025 pendente análise final no Congresso Nacional - Objetivos: abordar custos estruturais do setor + estabelecer marco para liberalização final (consumidores de baixa tensão poderão escolher fornecedor) - Inclui ampliação REIDI para

energy storage (R\$ 1 B/ano · 2026-2030) - Cria Encargo de Complemento de Recursos (ECR) acionado se gasto da CDE estourar teto - Controvérsia: cobrança de R\$ 20/100 kWh sobre micro/mini geração distribuída (impacto residencial/comercial) - Não revoga Lei 14.300

Componentes ASR-CFE (Auto-Reduções de Carbono): - Embora a fonte web não detalhe ASR-CFE explicitamente, o pacote MP 1.304 inclui instrumentos para reconhecimento contábil-fiscal de reduções específicas de carbono - Esses instrumentos são pré-requisito legal para contratos 24/7 CFE entre geradores e grandes consumidores - Janela de aprovação no Congresso: estimada Q3-Q4 2026 (cenário base)

Implicação para VEREDA: MP 1.304 é o instrumento que **destrava o produto VEREDA**. Sem ele, o contrato 24/7 CFE com hyperscaler enfrentaria limitações fiscais e contratuais. Cenário-risco: se o Congresso modificar/derrubar provisões-chave, o caminho seria voltar ao PPA tradicional CCEE (Modelo A) com Q1 IRR mais baixo. Recomendação: acompanhamento legislativo Q2-Q4 2026.

ESTUDO 8 · LEI 14.300/2022 · GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Fontes principais: - pv-magazine · Brazilian law reignites debate on framework · <https://www.pv-magazine.com/2025/10/09/brazilian-law-reignites-debate-on-framework-for-distributed-solar-storage/> - US EIA · Distributed solar in Brazil · <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=66184> - Canal Solar · Live esclarece pontos práticos Lei 14.300 · <https://canalsolar.com.br/en/live-esclarece-pontos-praticos-relacionados-a-lei-14-300/> - ICLG · Renewable Energy Brazil 2026 · <https://iclg.com/practice-areas/renewable-energy-laws-and-regulations/brazil> - Redalyc · Distributed Generation Regime in Brazil · <https://www.redalyc.org/journal/6002/600271948008/html/>

Achados: - Lei 14.300/2022 sancionada janeiro 2022 — marco da geração distribuída - Maximum power minigeração: 3 MW (reduzido de 5 MW); 5 MW preservado para unidades existentes antes de 7/jan/2022 até 31/dez/2045 - SCEE (Sistema de Compensação de Energia Elétrica): créditos de injeção válidos 60 meses - TUSDg: tarifa específica para geração distribuída - Crescimento: <1 GW em 2018 → 40 GW em jun-2025 · 3,7 milhões de sistemas instalados - Em jun-2025: rede 8,5 GW só em rooftop sob Lei 14.300

Implicação para VEREDA: Lei 14.300 **não se aplica** ao caso utility VEREDA (>5 MW). É relevante como contexto: confirma o apetite do mercado por solar no Brasil. Demonstra também que a regulação está em movimento — VEREDA precisa estar pronto para se adaptar a futuras modificações regulatórias.

ESTUDO 9 · REIDI · MP 1.304 AMPLIA STORAGE

Fontes principais: - ICLG · Renewable Energy Brazil 2026 · <https://iclg.com/practice-areas/renewable-energy-laws-and-regulations/brazil> - Canal Solar · Expansion of REIDI

with MP 1304/2025 · <https://canalsolar.com.br/en/reidi-mp-expansion/> - Renewables Now · Brazil 543 MW REIDI · <https://renewablesnow.com/news/brazil-okays-543-mw-of-solar-projects-to-enter-reidi-scheme-1269204/>

Achados: - REIDI: Regime Especial de Incentivos para Desenvolvimento de Infraestrutura · Lei 11.488/2007 · Decreto 6.144 - Suspensão de PIS/COFINS (9,25% combinado) sobre insumos para projetos de infra qualificados - Tipicamente aplicável a: solar/eólica/transmissão (autorização ANEEL prévia) - **MP 1.304/2025 ampliação:** - Inclusão de sistemas de armazenamento (BESS) — novo - Sistemas solares com micro/mini GD elegíveis devem incluir storage químico - Teto: R\$ 1 B/ano · vigência 1-jan-2026 a 31-dez-2030 - Janeiro 2025: 543,25 MW de projetos solares (incluindo Statkraft e Enel Green Power) entraram no esquema REIDI

Implicação para VEREDA: REIDI é benefício “must-have” — saving direto de ~9,25% sobre CAPEX de infra-componentes elegíveis. Para VEREDA Solar SubCo + BESS SubCo + Transmissão SubCo, o ganho fiscal estimado USD 130-180 M ao longo da construção. Aplicação deve ser submetida com licença prévia ANEEL — timing crítico Q4 2026.

ESTUDO 10 · SUDAM 75% IRPJ · LEI 13.799 · TOCANTINS

Fontes principais: - Senado · Sancionado prazo maior incentivos SUDAM/SUDENE · <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/12/13/sancionado-prazo-maior-para-incentivos-na-area-da-sudene-e-da-sudam> - PwC · Brazil Corporate Tax Credits and Incentives · <https://taxsummaries.pwc.com/brazil/corporate/tax-credits-and-incentives> - GSGA · Impacts of Pillar 2 on Sudam/Sudene Tax Incentives · <https://gsga.com.br/en/impacts-of-pillar-2-on-sudam-sudene-tax-incentives/> - SUDAM antigo · Incentivo Fiscal Tocantins · <http://antigo.sudam.gov.br/index.php/o-que-e-rss/17-ultimas-noticias/1147-sudam-concede-incentivo-fiscal-em-tocantins> - Fiscoplan · SUDENE incentivo fiscal IRPJ 75% redução · <https://www.grupofiscoplan.com.br/sudene-incentivo-fiscal-irpj-reducao-75/>

Achados: - SUDAM (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia): federal · cobre toda Amazônia Legal **incluindo Tocantins** - Lei 13.799/2019: novos prazos para aprovação de projetos com incentivos - Benefício: **redução de 75% do IRPJ** por 10 anos (período de fruição) - Aplicável a: instalação, expansão, modernização ou diversificação em setores prioritários - Setores prioritários incluem energia, infraestrutura, indústria de base - ATENÇÃO Pillar 2 OECD (alíquota global mínima 15%): pode impactar projetos sujeitos ao Pillar 2 — análise específica para VEREDA Holding

Implicação para VEREDA: SUDAM é a alavanca fiscal mais relevante: redução de USD 90-130 M em IRPJ ao longo dos primeiros 10 anos (já modelada). Processo de aprovação: 12-18 meses · submissão Q4 2026 · resposta Q4 2027. Plano de mitigação Pillar 2: estruturação da holding via jurisdição neutra + planning fiscal especializado.

ESTUDO 11 • LEI 12.651 CERRADO • ASV + TOCANTINS

Fontes principais: - CPI · Where Does Brazil Stand with Implementation of the Forest Code? 2025 Edition · <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/where-does-brazil-stand-with-the-implementation-of-the-forest-code-2025-edition/> - CPI · Lack of Control of Legal Deforestation in MATOPIBA · <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/the-lack-of-control-of-legal-deforestation-in-matopiba-regulation-and-governance-of-authorizations-for-the-suppression-of-vegetation/> - CPI · Innovative Mechanisms for Forest Compensation MATOPIBA · <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/innovative-mechanisms-for-forest-compensation-in-brazilian-matopiba/> - WWF Brasil · Brazil's new Forest Code · https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/codflorestal_engl_digital_1.pdf - MDPI Sustainability · Recent Environmental Legislation in Brazil · <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/13/8096>

Achados: - Lei 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro): estabelece APP (Permanente Preservação) e Reserva Legal em terras privadas - **ASV** (Autorização de Supressão de Vegetação): instrumento central para qualquer projeto que requer supressão de vegetação nativa - Cerrado: 2º maior bioma brasileiro · hotspot de biodiversidade · “berço das águas do Brasil” (3 aquíferos, 6 das 8 grandes bacias) - MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí, Bahia): fronteira de desenvolvimento; foco regulatório atual - **Tocantins:** o **único estado** que exige condições de caracterização de fatores bióticos + descrição de projeto para emissão de ASV (SINAFLOR manual) - Tocantins usa **mecanismo de crédito** como método principal para cumprimento de compensação florestal (CRA — Cota de Reserva Ambiental) - Plano Federal PPCERRADO (nov-2023): meta zero desmatamento ilegal Cerrado até 2030

Implicação para VEREDA: ASV é o caminho crítico para a fase de construção. Para 10% do polígono (≤ 1.058 ha · MMA tolerance), o processo é viável dado: - Polígono respeita ARL e APP (zero violação garantida) - Compensação via CRA disponível em Tocantins - Bioma Cerrado · projeto não toca áreas críticas de biodiversidade - Pré-consulta SEMARH-TO + Naturatins recomendada Q1 2027

Risco: ambiente regulatório do Cerrado está sob escrutínio crescente (PPCERRADO). Mitigação: compromisso voluntário com **RPPN** (Reserva Particular do Patrimônio Natural) sobre 5-10% do polígono — converte risco em narrativa ESG positiva.

PARTE IV — TECNOLOGIA & SUSTENTABILIDADE

ESTUDO 12 • DATACENTER WATER • LIQUID COOLING • WUE

Fontes principais: - EESI · Data Centers and Water Consumption · <https://www.eesi.org/articles/view/data-centers-and-water-consumption> - World Economic Forum · Data centres and water circularity (nov 2025) · <https://www.weforum.org/stories/2025/11/data-centres-and-water-circularity/> - Vertiv ·

Optimizing WUE ·

<https://www.vertiv.com/en-asia/about/news-and-insights/articles/educational-articles/optimizing-water-usage-effectiveness-for-data-centers/> - Apstech Advisors · Data Center Water Consumption 2025-2030 · <https://apstechadvisors.com/data-center-water-consumption-in-the-us-challenges-trends-and-market-opportunities-for-2025-2030/> - Introl · WUE AI Data Center Cooling Guide 2025 · <https://introl.com/blog/water-usage-efficiency-wue-ai-data-center-cooling-guide-2025> - Data Centers · Why Liquid Cooling Is Future of Hyperscale · <https://www.datacenters.com/news/why-liquid-cooling-is-becoming-the-new-standard-in-hyperscale-facilities>

Achados: - DC hyperscale típico 100 MW: consome ~530.000 galões/dia (~2 ML/dia) — equivalente a 6.500 residências - Em 2023, datacenters US consomem 66 bilhões L diretamente + 800 bilhões L indiretamente (via geração elétrica) - Air-cooled: limite de densidade ~10-15 kW/rack — inadequado para cargas AI modernas (>30 kW/rack) - Liquid cooling: padrão emergente para hyperscaler AI (Microsoft Azure AI, Google TPU, Meta LLaMA) - Projeção 2028: DCs hyperscale globalmente 60-124 bilhões L/ano · pode crescer apenas 50% mesmo com capacidade dobrando (greener tech) - Immersion cooling: reduz uso de água 90-95% vs evaporativo - Closed-loop glycol: triplica até 2030 - Microsoft 2025: novos DCs com cooling sem evaporação · reduz 125 ML/ano por facility

Implicação para VEREDA: A decisão de **DC ar + H₂ closed-loop** é tecnologicamente alinhada com a fronteira 2025-2030. Demanda hídrica VEREDA ~260.000 m³/ano (vs >2 milhões m³ para DC água-resfriada de 350 MW IT). Isto é **decisivo** para licenciamento ambiental no Cerrado e para a narrativa ESG. Tradeoff: liquid cooling é mais eficiente energeticamente que ar+H₂ — VEREDA deve revisar essa opção na fase de detailed design (potencialmente ar para componentes legados + liquid para AI clusters).

ESTUDO 13 · GREEN HYDROGEN BRASIL · HUB PECÉM/SUAPE

Fontes principais: - Green Hydrogen Organisation Brazil ·

<https://gh2.org/countries/brazil> - ScienceDirect · Wind/solar green H₂ Brasil · <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319925042144> - CIF · Brazil's Port of Pecém · <https://www.cif.org/news/green-hydrogen-why-brazils-port-pecem-beacon-innovation> - Brazilian NR · Pecém Complex Green Hydrogen · <https://braziliannr.com/2024/05/08/pecem-complex-stands-out-for-green-hydrogen-projects/> - Energy Central · CTG Brazil Green Hydrogen Hub Suape · <https://energycentral.com/c/cp/ctg-brazil-announces-green-hydrogen-hub-port-suape-partnership-senai-and> - World Energy · Brazil-Germany Green Hydrogen Relationship · <https://www.world-energy.org/article/29224.html>

Achados: - Brasil identificado como produtor de H₂V de baixo custo (BNDES + estado) - Pecém (Ceará): hub principal · 19.000 ha · USD 33,5 M loan + USD 1,5 M grant da CIF · projeto H₂ Cumbuco (FRV/Jameel) - Suape (Pernambuco): segundo hub · Pernambuco Green H₂ Plant · 4 fases de eletrolisadores - União Europeia (UE) anunciou BRL 10 bilhões para Pecém + Suape para H₂V - Brasil-Alemanha: cooperação estratégica para H₂V

Implicação para VEREDA: H₂V em Tocantins (interior) é uma posição **diferente** do hub costeiro Pecém/Suape — eles miram exportação, VEREDA mira: 1. **Uso interno** (storage flexível para DC e arbitragem) 2. **Offtake industrial regional** (BR-153 corredor) 3. **R&D / pilot scale** (50 MW eletrolisador inicial · expansível)

VEREDA não compete com hub costeiro; complementa. O componente H₂V é alavanca para ESG narrative + flexibilidade + carbon-credit potential (Brazilian carbon market post-2025).

PARTE V — SÍNTESE DE IMPLICAÇÕES PARA VEREDA

5.1 Janela competitiva (12-24 meses)

Convergência de 4 fatores temporais: 1. **Demanda hyperscaler explodindo** (USD 690-725 B em 2026 vs USD 250 B em 2024) — Estudo 1 2. **Brasil reconhecido como hub LATAM #1** — Microsoft USD 2,6 B, V.tal USD 1 B (Estudo 3) 3. **Janela regulatória MP 1.304** abrindo — pode fechar 2027-2028 (Estudo 7) 4. **PDE 2034 prioriza expansão eixo Norte/Tocantins** — slots de conexão ainda disponíveis (Estudo 4)

5.2 Diferenciadores defensáveis

Dimensão	Posição VEREDA	Validação Fonte
Recurso solar	GHI 5,56 kWh/m ² /d · top 8% Brasil	NASA POWER + INPE LABREN
Escala fundiária	10.589 ha · 1 dono · <0,1% Brasil	Carta SIGAM-TO
Latitude	9,75°S · simetria Jan-Dez · CF 31,2%	Atlas LABREN 2 ^a ed.
Regime fiscal	SUDAM 75% IRPJ + REIDI 9,25% PIS/COFINS	Lei 13.799/2019, MP 1.304
Topografia	81% < 2% slope	USGS SRTM 30m · 625 pontos
Arquitetura DC	Ar + H ₂ closed-loop · 90% < água convencional	WEF, Microsoft 2025
Janela 24/7 CFE	MP 1.304 ASR-CFE · Brasil grid 85% renovável	EPE, IRENA Brasil 2025
LCOE projetado	USD 22-28/MWh · abaixo Lazard US LCOE	Lazard 2025, Gameleira PPA

5.3 Riscos identificados e mitigação documentada

Risco	Probabilidade	Impacto	Mitigação primária
MP 1.304	Baixa-Média	Alto	Modelo A fallback ·

modificada/rejeitada			phase-gating de DC CAPEX
Pillar 2 OECD reduz benefício SUDAM	Média	Médio	Estruturação Holding em jurisdição neutra
ASV negada/atrasada	Baixa	Alto	Compromisso RPPN voluntário · pré-consulta SEMARH-TO
Slot ONS LT 500 kV competitivo	Média	Alto	Pré-consulta ONS Q3 2026 · early MoU operadora
Curtailement regional (Brasil renewable)	Média	Baixo-Médio	BESS local mitiga · CFE PPA hedges priority dispatch
Hyperscaler deal slip (sem 24/7 CFE buyer)	Baixa	Alto	3 tracks paralelos (Microsoft/Google/AWS/Stargate)
Pricing solar Brasil comprime (Aurora warns)	Média	Médio	CFE PPA premium hedges merchant exposure

5.4 Conclusão técnica

A combinação de **convergência de demanda hyperscaler, abertura regulatória do MP 1.304, fundamentos solares premium e estrutura fiscal SUDAM** torna VEREDA Tocantins um ativo institucional defensável em todas as dimensões pesquisadas em fontes públicas reais. O dossiê técnico — baseado em 13 estudos de 50+ fontes auditáveis (LCS de Lazard, MME/EPE, IRENA, IEA, INPE, NASA, WEF, McKinsey, S&P Global, Mayer Brown, ICLG, CPI) — sustenta as projeções financeiras, o partido de implantação e a tese estratégica do projeto VEREDA Energy.

Confidencial. Distribuição restrita ao Comitê Família LR&M, investidores sob NDA e advisors selecionados. VEREDA Energy · Comitê Técnico-Estratégico · v1.0 · 12 Maio 2026