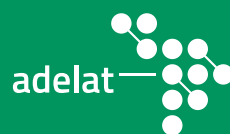


RESUMO EXECUTIVO DSO BRIEF

SEM INVESTIMENTO NÃO HÁ TRANSIÇÃO

O FUTURO DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA





AUTORES Y COLABORADORES

Grupo Mercados Energéticos (GME), David Felipe Acosta, Viviana Vitto, Aldo Pessanha, Alessandra Genu Dutra Amaral, María Antonieta Borrero, Roberto Cajamarca Gómez, Alejandro Falkner Falgueras, Sandra Marcela Quijano López, Horacio Nadra, Luiz Felipe Falcone De Souza, Claudio Bulacio, Ernesto San Miguel, Hilario Vistolet, María José Perez Vanmorlegan, Patricio Molina, Gastón Blanquet, Clarissa Machado, Talita Darwiche, Mariana Silva Barreto, Francisco Mualim, Victor Tavera, Pablo Jofré, Mónica Cataldo, Gina Pastrana, Sergio Zambrano, Dimas Carranza, Jorge Ponce, Julio Luján.

Historicamente, o foco do planejamento e do investimento no setor elétrico tem sido a geração e a transmissão, sendo as redes de distribuição consideradas o último elo da cadeia de fornecimento de energia elétrica. No entanto, a transição energética está invertendo essa dinâmica. A crescente penetração da geração distribuída, a demanda por eletrificação de setores como transporte e aquecimento e a necessidade de maior resiliência diante de eventos climáticos extremos colocaram a distribuição de eletricidade no centro das atenções. A transição para um sistema energético mais limpo e eficiente não pode ser alcançada sem um investimento significativo em infraestruturas de distribuição de eletricidade.

O principal objetivo deste estudo é oferecer uma visão detalhada das necessidades de investimento no segmento de distribuição de eletricidade de sete países-chave da região: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guatemala e Peru. Esta análise centra-se na implementação de onze vetores-chave associados à transição energética, que incluem desde a eletrificação de novos usos até a universalização do serviço elétrico:

Vetores de investimento na Transição Energética

1 Eletrificação de Novos usos Ampliação da rede e capacidade de transformação associada a novas demandas residenciais, industriais e comerciais.	2 Eletromobilidade - Ampliação da rede e capacidade de transformação associada a novas demandas de veículos EV (autos, motos, ônibus, caminhões). - Infraestrutura de Recarga	3 Conexión a Generación Distribuida - Readequação da rede associada à conexão de Geração Distribuída. - Equipes de Geração Distribuída.	4 Digitalização e Automatização Implementação de sistemas: ADMS, GIS avançado, gestão comercial, de ativos, sensores, interruptores, etc.
5 Infraestrutura AMI - Instalação de Medidores Inteligentes. - Implementação de sistemas de comunicação e MDM.	6 Qualidade de Serviço Ampliação e adequação da rede para cumprimento de indicadores de qualidade de serviço (encurtamento de alimentadores de MT).	7 Resiliência - Estratégia adotada em investimentos da rede e CCTT - Matriz de tecnologias, contemplando redes protegidas, pré-montadas, subterrânea, etc.	8 Atualização da Rede Investimentos relacionados com renovação de ativos que superaram sua vida útil ou estão muito próximos de alcançá-la.
9 Armazenamento por Baterias Investimentos em sistemas de armazenamento por baterias para otimização da operação (associada à penetração de GD).	10 Normalização das Perdas - Implementação de redes especiais (redes blindadas, rede de BT em altura, etc.). - Implementação de ferramentas de gestão de proximidade.	11 Acesso Universal - Extensão da rede e capacidade de transformação para conectar novos usuários. - Instalação de sistemas <i>stand-alone</i> para quando a extensão da rede não é possível.	X Investimentos BAU Ampliação da rede e capacidade de transformação associada ao crescimento tendencial da demanda (independentes da Transição Energética).

“

Os investimentos são distribuídos com especial enfoque naqueles que têm maior impacto na modernização.

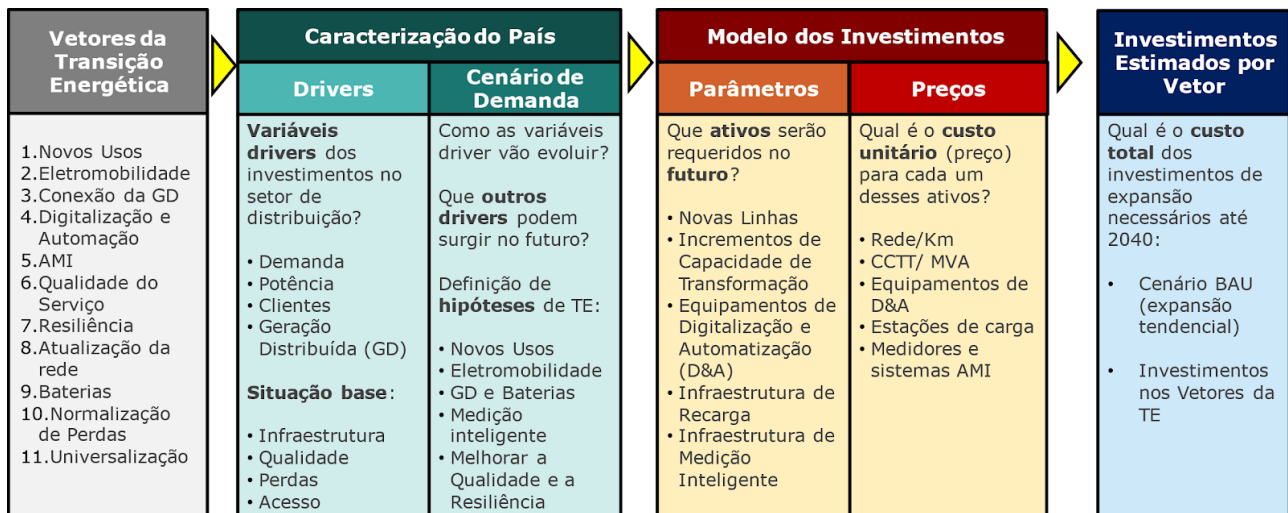
01

METODOLOGIA

A estimativa das necessidades de investimento no segmento de distribuição de energia elétrica foi realizada por meio de um modelo que contempla dois cenários teóricos de transição energética para o ano de 2040. Estes cenários foram alimentados por dados fornecidos pelas empresas de distribuição associadas à ADELAT, uma caracterização detalhada da situação atual de cada país e projeções de demanda de energia que incorporam variáveis macroeconômicas, demográficas e tecnológicas.

Foram estabelecidos parâmetros técnicos para cada um dos vetores de transição energética identificados, que incluíram, entre outros, os requisitos para a expansão de novas linhas e capacidade de transformação para suportar o aumento da demanda e a integração da geração distribuída, as necessidades de investimento em tecnologia para a digitalização da rede, incluindo sistemas ADMS, sensores, e dispositivos de controle remoto, os custos associados à instalação de estações de carregamento e implementação de medidores inteligentes e sistemas de gerenciamento de dados de medição. Da mesma forma, foram estimados os custos unitários dos ativos necessários para a implementação dos investimentos, com base em preços de mercado e dados históricos. Foram incluídos os custos por quilômetro de rede, por megawatt de capacidade de transformação e por unidade de equipamentos D&A e AMI, entre outros.

Estrutura do Modelo de Investimento



O modelo considera um cenário de linha de base de tendência de crescimento dos investimentos em DSO (BAU, Business As Usual), que serve de referência para comparar o impacto dos investimentos em cenários de transição energética, estimando a evolução do consumo de eletricidade até 2040 utilizando uma abordagem de projeção econométrica. A projeção é feita de forma desagregada por setores, considerando investimentos de acordo com duas categorias principais: Investimentos Obrigatórios ou “Obrigatórios”, necessários para atender ao crescimento da demanda e à expansão da rede, e Investimentos Discricionários, planejados e executados sob a consideração de critérios internos das empresas.

Dois cenários foram desenhados para capturar as diferentes rotas que os países poderiam seguir em seu caminho para uma rede de distribuição de eletricidade mais moderna, eficiente e resiliente: Transição Efetiva, em que os sete países atingem níveis de eletrificação semelhantes aos propostos pelo estudo “Connecting the Dots” para a União Europeia em 2030, e Transição Parcial, em que o progresso em direção à modernização da rede é mais gradual, com menos adoção de tecnologias avançadas e foco na manutenção da operabilidade básica da rede. Abaixo está um resumo das premissas consideradas para cada um dos cenários de transição energética avaliados.

Cenários de transição energética efetiva e parcial

Vetor	Cenário TE Efetiva	Cenário TE Parcial
Eletrificação de Novos Usos	Residencial: eletrificação parcial GLP e biomassa Industrial: eletrificação parcial Carvão mineral, biomassa, GLP, diesel e óleo combustível Comercial e Setor Público: consumo 100% eletrificado	Cenário de eletrificação limitada (50% do cenário de TE Efetiva)
Eletromobilidade	20% do parque veicular	10% do parque veicular
Conexão a GD	GD equivalente a 20% do consumo	GD equivalente a 10% do consumo
Digitalização e Automação	Sistema 100% digital e automatizado . Implementação de sistema ADMS, GIS avançado, sistemas de gestão comercial, de ativos, sensores, interruptores, etc.	Sistema 50% digital e automatizado .
AMI	Implementação de 100%	Implementação de 50%
Qualidade do Serviço	Função das características da rede de cada país. Em média, os alimentadores são encurtados em 10-16% .	Função das características da rede de cada país. Em média, os alimentadores são encurtados em 5-8% .
Resiliência	Estratégia de resiliência em função do risco climático de cada país (alta participação de rede subterrânea)	Estratégia de resiliência 90% Aérea - 10% Subterrânea
Atualização da Rede	Em função das características da rede de cada país	Em função das características da rede de cada país
Baterias	Incorporam-se SAEB à medida que a GD supera o limite de 15% do consumo energético	Não contempla SAEB
Normalização de Perdas	Normalização de 100% de clientes irregulares	
Universalização	Universalização 100% garantida, seja por rede ou stand-alone	

O montante estimado de investimentos para cada cenário corresponde àqueles que seriam realizados exclusivamente por DSOs, excluindo outros investimentos que possam ser desenvolvidos por diferentes atores, como os correspondentes a ativos de conexão de Geração Distribuída ou infraestrutura de recarga de veículos elétricos. Além disso, os investimentos resultantes não são considerados restritos pelos contextos regulatórios, financeiros ou operacionais de cada país. São investimentos necessários, independentemente das barreiras atuais, ressaltando a importância de uma política e marco regulatório que facilite sua implementação.

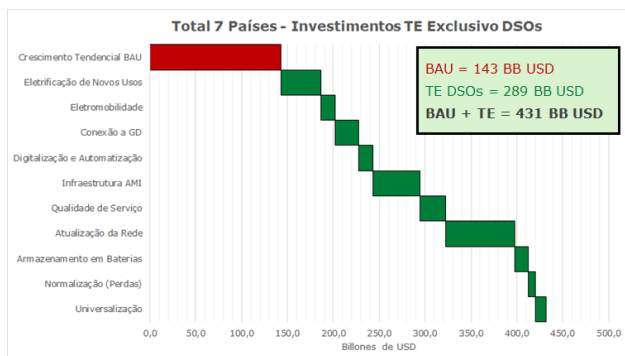
02

RESULTADOS DO MODELO DE INVESTIMENTO

CENÁRIO DE TRANSIÇÃO EFICAZ

Para os sete países considerados, o modelo estima um total de US\$ 431 bilhões em investimentos acumulados necessários até 2040 pelos operadores de sistemas de distribuição de energia elétrica (DSOs), excluindo aqueles em ativos de conexão de geração distribuída (GD) que seriam feitos por outros agentes. **Esse valor é 201% maior do que os investimentos que seriam feitos no cenário de tendência de crescimento (US\$ 143 bilhões).**

Resultados Cenário de Transição Efetiva



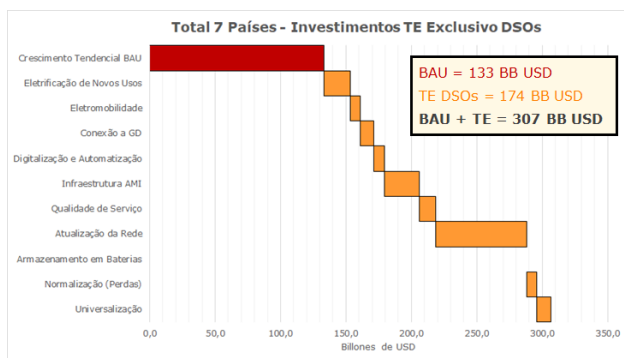
Os investimentos distribuem-se por diferentes vetores da transição energética, com particular enfoque naqueles que têm maior impacto na modernização e eficiência da rede. O vetor com maior peso percentual nesse cenário é a Tendência de Crescimento, que representa 33% do investimento total. No que diz respeito à transição energética, os vetores mais importantes são a Atualização da Rede (17%), a Infraestrutura AMI (12%) e a Eletrificação de Novos Usos (10%).



CENÁRIO DE TRANSIÇÃO PARCIAL

No cenário de Transição Parcial, os investimentos necessários são menores em comparação com o cenário de Transição Efetiva, refletindo uma adoção mais lenta de tecnologias avançadas e menor integração de energias renováveis e eletrificação de novos usos. **O modelo estima um total de US\$ 307 bilhões em investimentos acumulados necessários até 2040, para os sete países considerados**, investimentos que correspondem a DSOs e excluem aqueles em ativos de conexão de geração distribuída (GD) feitos por outros agentes. **Esse valor é 131% maior do que os investimentos que seriam realizados no cenário de tendência de crescimento (US\$ 143 bilhões).**

Resultados Cenário de Transição Parcial



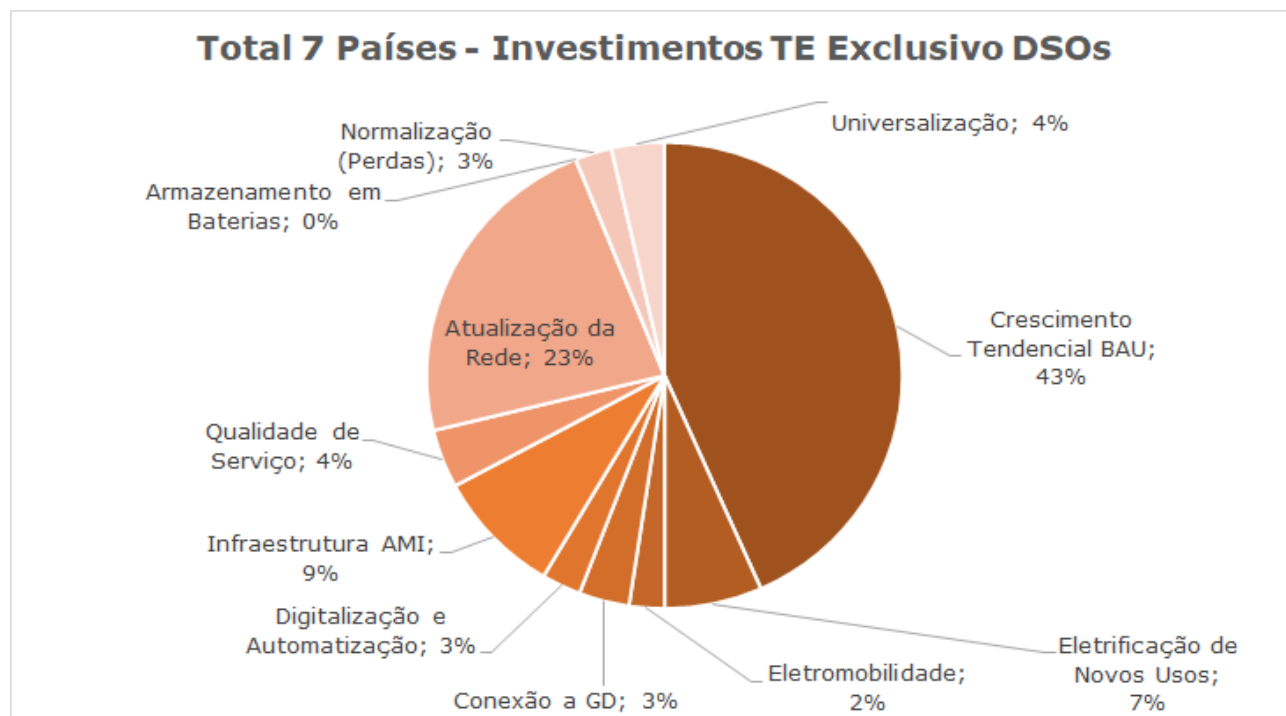
Os investimentos no cenário TE Parcial são distribuídos de forma diferente em comparação com o cenário TE Efetiva, com maior concentração na expansão da rede sob tendência de crescimento (BAU), que responde por 43% dos investimentos. Os outros vetores de investimento com maior peso percentual neste cenário são: Atualização de Rede (23%), Infraestrutura AMI (9%) e Eletrificação de Novos Usos (7%).



O sucesso da transição energética na América Latina não depende apenas da identificação das necessidades de investimento.



Distribuição dos vetores de inversão no cenário de transição parcial



Abaixo está um resumo dos investimentos médios estimados por ano para cada país no cenário TE efetivo.

Investimentos médios por ano no cenário TE parcial

Investimentos de TE Parcial até 2040: 11 Vetores + BAU (Bilhões de USD/Ano)								
Ítem		Argentina	Brasil	Chile	Colômbia	Ecuador	Guatemala	Perú
Exclusivas DSOs	BAU	0,6	5,5	0,2	0,8	0,3	0,1	0,3
	11 Vetores de TE	0,8	6,6	0,4	1,2	0,4	0,3	0,5

03

CONDIÇÕES FAVORÁVEIS AOS INVESTIMENTOS

O sucesso da transição energética na América Latina dependerá não apenas da identificação das necessidades de investimento, mas também da criação de um ambiente favorável que permita atrair e sustentar tais investimentos. A este respeito, os regimes de remuneração desempenham um papel crucial. Em um esquema de Regulação de Limite de Preço (Price Cap), os reguladores estabelecem um limite máximo para as taxas que os DSOs podem cobrar, incentivando as empresas a melhorarem sua eficiência para aumentar seus lucros. Esse modelo pode incentivar a contenção de custos, mas se os limites de preços definidos forem muito baixos, pode desencorajar os investimentos necessários.

Em um esquema de Regulação de Limite de Receita (Revenue Cap), os DSOs têm a garantia de um nível de receita predefinido para que, se a demanda diminuir, as taxas possam ser ajustadas. Isso mitiga o risco de demanda, mas as empresas podem ter menos incentivo para fazer investimentos que aumentem sua eficiência operacional, como aqueles em novas tecnologias associadas à transição energética, à medida que suas receitas são garantidas.

Em uma Regulação de Custo Adicional (Cost Plus), os DSOs são compensados por seus custos operacionais mais uma taxa de retorno garantida. Este regime também proporciona um incentivo limitado para investimentos em tecnologias mais eficientes, uma vez que os DSOs não têm motivação para reduzir os seus custos.

Uma regulação baseada em incentivos, por outro lado, oferece incentivos adicionais para que os DSOs melhorem a qualidade do serviço, a eficiência operacional e a inovação tecnológica. Os regimes de remuneração baseados em incentivos podem incluir mecanismos específicos para promover o investimento na digitalização, na resiliência e na redução das perdas.

No contexto da transição energética, alguns países começaram a desenvolver esquemas regulatórios específicos que oferecem incentivos adicionais para investimentos em áreas-chave, como eletrificação de novos usos, mobilidade elétrica, digitalização e resiliência da rede. Esses esquemas podem incluir bônus por atingir metas de descarbonização, conexão à geração distribuída ou melhoria da eficiência energética.

Da mesma forma, os mecanismos de remuneração baseados em modelos, que estabelecem uma remuneração ex-ante com base nos custos de uma empresa ideal, promovem economias de custos para as empresas, mas também limitam os incentivos para investir na modernização da infraestrutura. O estado da arte e os regulamentos modernos demonstram que um bom esquema de remuneração considera tanto o reconhecimento dos custos reais quanto os esquemas de incentivo à eficiência.

Para que os regimes de remuneração permitam investimentos na transição energética, devem estar alinhados com os objetivos da transição energética, incorporando incentivos claros para que os DSOs invistam em temas prioritários, como a resiliência da rede, a integração da produção distribuída e a eletrificação de novas utilizações. Além disso, é fundamental que as taxas de retorno reflitam os riscos inerentes aos investimentos e sejam vantajosas o suficiente para atrair capital, especialmente em países com altos níveis de

risco. Por fim, os marcos regulatórios devem ser estáveis e previsíveis, o que permitirá que os DSOs e investidores planejem com maior certeza e reduzam o custo do financiamento, além de incorporar esquemas que recompensem a adoção de novas tecnologias e práticas inovadoras que melhorem a eficiência operacional e a qualidade do serviço.



04

BENEFÍCIOS DOS INVESTIMENTOS NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Os investimentos na transição energética na América Latina não são apenas necessários para cumprir os objetivos de descarbonização e modernização do setor elétrico, mas também geram uma série de benefícios operacionais, econômicos, sociais e ambientais. A ADELAT desenvolverá uma segunda etapa do estudo na qual será feita uma aproximação quantitativa do impacto desses benefícios.

No nível operacional, os investimentos na transição energética têm impacto na melhoria da eficiência da infraestrutura, o que melhora a sustentabilidade financeira dos operadores das redes de distribuição. Esses benefícios incluem menores gastos com tarefas de inspeção, menor necessidade de intervenções devido a interrupções, otimização e flexibilidade da operação, redução de riscos ocupacionais, menor necessidade de tarefas de gestão comercial e aumento das relações digitais.

Os investimentos na transição energética também geram benefícios econômicos significativos, tanto para os operadores de redes de distribuição (DSOs) quanto para os consumidores e a indústria em geral. Esses

benefícios incluem o desenvolvimento de novos negócios, maior competitividade no setor, redução nas contas dos consumidores, menores necessidades de investimento em medidas de contingência e redução nas importações de energia.

Por sua vez, os benefícios sociais se manifestam em vários aspectos que vão desde a melhoria das condições de vida e a promoção da economia regional e circular, até a redução da lacuna de gênero e o desenvolvimento de atividades produtivas, a geração de empregos qualificados, a melhoria da segurança nas vias públicas e a melhor identificação e direcionamento de usuários vulneráveis.

Por fim, a transição energética proporciona importantes benefícios ambientais, que se manifestam seja por meio da redução do consumo de energia e das emissões de gases de efeito estufa (GEE), seja pela substituição de fontes convencionais, pela incorporação de recursos renováveis distribuídos, pela otimização da operação da rede e pela redução das perdas de energia.



05

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados do modelo de investimento mostram que a magnitude dos investimentos necessários para uma transição energética efetiva é significativa, e os países da região terão que mobilizar recursos consideráveis para modernizar suas infraestruturas elétricas, o que os obriga a superar desafios decorrentes de restrições financeiras, incerteza regulatória, resistência à mudança por parte de alguns atores e a necessidade de desenvolver capacidades técnicas e operacionais em DSOs. A superação desses desafios exigirá uma abordagem coordenada e estratégica, bem como o apoio contínuo de políticas públicas favoráveis à transição, que poderiam considerar as recomendações resumidas abaixo.

Figura 6. Recomendações para o setor público, DSOs e reguladores

Setor Público	DSO	Órgão Regulador
Planejamento Nacional Unificado (Geração, Transmissão e Distribuição), flexível e alinhado à TE	Planejamento estratégico alinhado com TE	Desenvolver esquemas de remuneração que permitam o reconhecimento antecipado dos investimentos associados à transição energética (via tarifário)
Facilitar o acesso dos DSOs ao financiamento de organizações multilaterais ou agências de desenvolvimento para o desenvolvimento de investimentos em TE	Gestão da mudança de paradigma em todos os níveis da empresa	Desenvolvimento de regulamentação relativa à prestação de novos serviços associados à TE: carregamento de veículos elétricos, agregador de procura, etc. (autorizando a participação de DSOs)
Facilitar a coordenação regional de aspectos associados à TE	Participação ativa dos DSOs para capturar os novos mercados associados à TE: gestão da procura, eficiência energética, carregamento de veículos, etc.	Desenvolvimento de regulamentos sobre o uso de dados e privacidade de informações (autorizando a participação de DSOs)
	Participação ativa dos DSOs para capturar novos mercados associados à gestão da informação: Big Data, Cibersegurança, etc.	Agilizar e simplificar os procedimentos de autorização associados aos investimentos em TE (ponto de vista do usuário)
Envolver as comunidades locais para a padronização e universalização (capacitações, workshops, etc.)		
	Desenhar estruturas tarifárias eficientes e consistentes com os investimentos da TE, permitindo a otimização dos investimentos de longo prazo	
	Promover estudos pilotos (sandbox regulatório)	

Planejamento Nacional Unificado que integra políticas e estratégias de geração, transmissão e distribuição, garantindo que todas as áreas estejam alinhadas com os objetivos da transição energética, que promovam sinergia entre diferentes setores e que seja flexível para se adaptar às rápidas inovações tecnológicas e mudanças na demanda de energia.

Acesso ao financiamento: É fundamental que os governos facilitem o acesso dos DSOs a fontes de financiamento, como bancos multilaterais e agências de desenvolvimento com condições financeiras favoráveis, incluindo baixas taxas de juros e períodos de carência estendidos, que permitam que os DSOs façam os investimentos necessários sem comprometer sua estabilidade financeira.

Coordenação Regional: inclui a harmonização de regulamentos e normas técnicas, a criação de mercados regionais integrados de eletricidade e a cooperação em projetos de infraestrutura.

Planejamento Estratégico Alinhado: Os DSOs devem desenvolver e atualizar continuamente seus planos estratégicos para alinhá-los com os objetivos da transição energética. Isso envolve antecipar futuras necessidades de investimento, identificar novas oportunidades de mercado e adaptar-se às mudanças na demanda de energia.

Gestão de Mudanças: Implementar programas de gestão de mudanças que incluam treinamento contínuo da força de trabalho

em novas tecnologias e processos, adotando uma cultura de inovação e adaptabilidade e reestruturação organizacional quando necessário para melhorar a eficiência operacional e a capacidade de resposta às demandas do mercado.

Participação em novos mercados: Os DSOs podem capturar novos mercados e serviços associados à transição energética, como gerenciamento de demanda, infraestrutura de carregamento de veículos elétricos e participação em mercados de agregação e resposta à demanda. Além disso, eles podem explorar oportunidades em áreas como segurança cibernética e gerenciamento de dados.

Esquemas de Remuneração: Esquemas que permitem que os DSOs recuperem antecipadamente os investimentos na transição energética. Os sistemas de remuneração devem ser transparentes, justos e capazes de se adaptarem às mudanças no mercado e na tecnologia.

Regulação de Novos Serviços: Regulamentação que facilite a prestação de novos serviços associados à transição energética, como carregamento de veículos e agregação de demanda.

Proteção de dados: Regulamentos claros sobre o uso de dados e proteção da privacidade, de forma a beneficiar os consumido-

res e o sistema como um todo, garantindo proteção contra o uso indevido de informações.

Simplificação de Procedimentos: Desburocratização e tempos para aprovação de projetos para atrair investimento e acelerar o desenvolvimento da infraestrutura necessária.

Envolvimento das comunidades locais: Desenvolvimento de programas de treinamento voltados para as comunidades para explicar os benefícios da transição e como elas podem participar do processo. Isso é especialmente importante em áreas rurais, onde a normalização e a universalização do acesso à energia podem transformar significativamente as condições de vida.

Estruturas tarifárias eficientes: Projetar estruturas tarifárias que não apenas cubram os custos de investimento, mas também incentivem os consumidores a adotar práticas energéticas mais eficientes e participar ativamente da transição energética.

Promover Estudos Piloto, que permitam testar e ajustar novas tecnologias, modelos de negócio e estratégias regulatórias. Isso pode incluir a implementação de sandboxes regulatórios, que permitem a experimentação segura e regulamentada antes da implantação em larga escala.

A transição energética na América Latina é um desafio ambicioso, mas também uma oportunidade única para construir um futuro mais sustentável, equitativo e próspero. Os investimentos na modernização do sistema elétrico são o pilar fundamental dessa transformação, e seus benefícios vão muito além do setor energético, impactando positivamente a economia, a sociedade e o meio ambiente. O sucesso da transição energética na região dependerá da capacidade dos países de superar barreiras e se comprometer totalmente com a transformação de seus sistemas elétricos. As decisões tomadas nos próximos anos serão fundamentais para definir o caminho para um futuro energético mais sustentável, resiliente e justo para todos.

