



**XXIV SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GEC/32

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

**GRUPO – XVI**

**GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS EMPRESARIAIS E DE GESTÃO CORPORATIVA - GEC**

**O PLANO DE RESILIÊNCIA DA EMPRESA BRASIL  
DE ENERGIA-ENERGIA ELÉTRICA**

**Eduardo Nery  
ENERGY CHOICE**

**RESUMO**

A elaboração de um plano anual de resiliência de energia-energia elétrica se orienta por metodologias conhecidas e utilizadas por inúmeros países e empresas, constituindo-se como unidade relevante dentre as que integram o conjunto de setores críticos do país. As empresas de energia - energia elétrica desenvolvem seus planos de resiliência em função das condições de sua exposição, vulnerabilidade e riscos em relação à ocorrência de adversidades e eventos extremos ou catastróficos em seus sistemas e dos seus impactos e efeitos na sociedade. Daí, então, a preparação do Plano de Resiliência da Empresa Brasil iniciar-se a partir dos mapeamentos ou desenhos dos contornos delineados para cada uma e todas as condições disruptivas de risco que a afetam, devidamente inventariadas no ambiente nacional. A diretriz para o plano de resiliência nacional se estabelece sobre princípios, políticas e ações que assumem critérios de escolha e métricas a serem usadas para orientar o que deve ser feito para, prevenir, mitigar e reabilitar os setores críticos e suas empresas, diante dos graus de intensidade ou severidade das adversidades que podem acometê-los. A formulação do Plano Empresa Brasil compreende, portanto, o processo de coordenação de coordenação de atuações de agentes públicos e privados e do terceiro setor em relação a cada empresa de um dado setor, para o atender ao funcionamento dos seus serviços junto às populações, fazendo face a tais eventos incertos. Além disto, nela devem ser tratados outros aspectos envolvidos, que impactam as sociedades alvo, como é o caso das condições praticadas dos projetos técnicos de engenharia - normas e soluções construtivas, medidas de contenção, sistemas de monitoramento, alerta preventivo, blindagem, distribuição da inteligência, controle de emergências e ilhamentos ou equivalentes, uso de redundâncias ou retaguardas, reservas, etc., seguros, mobilização e capacitação dos públicos envolvidos, equipes, grupos de ação integrados, uso de abrigos e dispositivos de proteção, logística de apoio e sustentação, segurança e comunicação continuada com o público, inteligência, regulação específica e integração entre ações de governo e parceiros, entre outras.

**PALAVRAS-CHAVE**

Condições disruptivas, plano de resiliência,

**1.0 - ASPECTOS CONTEXTUAIS**

Conquanto subsistam instalações do final do século XIX e início do século XX, o sistema de energia elétrica brasileiro começou a ser implantado a partir da segunda metade dos anos 40, de modo sistemático e regular, como se apresenta na atualidade. Esta expansão continuada se orientou basicamente pelos centros de carga e pela exploração das bacias hidrográficas, particularmente tendo como base os estudos de inventário realizados pelo Consórcio CANAMBRA, nos anos 60. Os aproveitamentos seguiram a ordem natural de prioridade de custos marginais e proximidade da carga, o que determinou a constituição e configuração da rede interligada do país e das empresas que o constituem em sua maior parte e sua evolução. O sistema de Itaipu, o primeiro associando longa distância e porte muito grande, data dos anos 70 e 80 e a ele se seguiram os sistemas da Amazônia, gradativamente, com intervalos generosos e futuro incerto. Desta maneira, as empresas e o país administram um sistema eletro

energético maduro, parte dele já tendo atingido a obsolescência e parte em final de vida útil, ao mesmo tempo em que equipamentos e instalações em quantidades crescentes perdem a adequação e compatibilidade com os requisitos de rede necessitando ser substituídos, tanto por superação de suas condições físicas quanto por tecnologias substitutas que aconteceram, quanto pelas novas concepções e condições sistêmicas a serem atendidas. Naturalmente, então, os critérios de qualificação e capacidade de equipamentos, instalações e componentes da rede nacional foram agregando, ao longo de sua existência, novos aspectos de padrões, normas e códigos, confiabilidade, redundância, defesa, eficiência, até incorporarem, em anos bem recentes, aspectos de resposta e reconstituição diante de ocorrências extremas ou catástrofes naturais ou provocadas, ou seja, características comportamentais de resiliência. Esta última atribuição ainda se manifesta de forma bastante discreta. Vale lembrar que os processos de modernização e atualização da infraestrutura do sistema elétrico brasileiro existente, transpondo-o para uma rede inteligente ainda não estão sequer planejados e programados. Na medida em que o crescimento do mercado de energia e demanda continua a crescer a taxas médias anuais muito elevadas nos últimos 30 ou 40 anos, superior às da economia, ainda que com períodos de estagnação intercalados, tal situação indica a necessidade mandatória de se proceder em simultaneidade à expansão da oferta e prática exaustiva da efetividade energética, à atualização da infraestrutura existente e à sua requalificação simultânea, construindo-a para a resiliência.

Concomitantemente, no período mencionado, o ambiente externo se transformou, podendo-se mencionar as mudanças climáticas e cósmicas, o usos crescente da água para prioridades maiores do que a geração de energia elétrica, a premência da redução das emissões e contenção do efeito estufa, as novas configurações da matriz energética, com a emergência da economia de baixo carbono, os avanços e ciclos tecnológicos com o advento de inúmeras novas tecnologias de ruptura e a renovação do conhecimento aplicado, a emergência de novos padrões culturais e ambientais nas sociedades operando em redes, entre muitas outras, em uma situação em que a evidência de milhares de eventos e casos ocorridos ou acontecendo questionam as populações e agentes públicos sobre o que querem e o que fazer, diante das realidades que se apresentam e dos sistemas que existem e que funcionam de acordo com leis físicas que persistem, associadas às avaliações prospectivas de seu prosseguir.

Nestas circunstâncias, um dos aspectos mais apreciado e debatido diz respeito aos custos e preços em relação aos resultados ou benefícios proporcionados para se ter soluções aptas a se adaptar e responder às ameaças das mudanças em curso ou visualizadas, principalmente diante de práticas de sistemas abertos e mercados concorrenciais ou competitivos (contestáveis). O seu equacionamento exige e envolve a atuação ativa e contínua de grupos comunitários representantes das populações e consumidores, os agentes sociais, governos e reguladores, etc., cuja viabilidade requer e impõe a necessidade de novo co-construir com novos participantes ou parceiros e compartilhamentos. No entanto, fica claro o delinear de que a estruturação de "funding" de investimentos a serem efetivados na Empresa Brasil reúne as aplicações para sua expansão, as voltadas à modernização ou atualização de ativos, as endereçadas à confiabilidade e as destinadas à resiliência que já deve estar considerada nas duas primeiras (expansão e renovação), além dela mesma.

## 2.0 - BASES PROCESSUAIS

Em bases nacionais, assume-se que os Planos de Resiliência Setoriais de Infraestrutura estabelecem a resiliência dos Setores Críticos identificados pelos riscos relevantes que apresentam na Avaliação de Risco Nacional de cada país (em que se contemplam as disrupções, sejam elas ameaças, eventualidades ou acasos e ataques bem como os riscos a elas correspondentes). Por Setores Críticos, que compõem a infraestrutura, se entendem "aqueles, cuja perda ou alteração de funcionamento, representam impacto maior na disponibilidade, integridade (perdas de vida) ou entrega de serviços essenciais, considerando o seu significado socioeconômico, ambiental e cultural, assim como os seus resultam em impactos substantivos na segurança nacional, defesa nacional e funcionamento do estado." (ref. Cabinet Office UK)

Energia e energia elétrica constitui naturalmente um destes Setores Críticos na lista de todos os países. Por conseguinte o Plano de Resiliência da Empresa "Brasil" se insere no Plano de Resiliência do Setor de Energia-Energia Elétrica brasileiro.

Compreende-se a resiliência como a habilidade e capacidade de ativos, sistemas e redes de energia-energia elétrica de antecipar, absorver, adaptar e recompor-se de disrupções, qualquer que seja a sua modalidade. A resiliência se constitui a partir de uma ação coordenada dos componentes constantes da Figura a seguir, quais sejam:

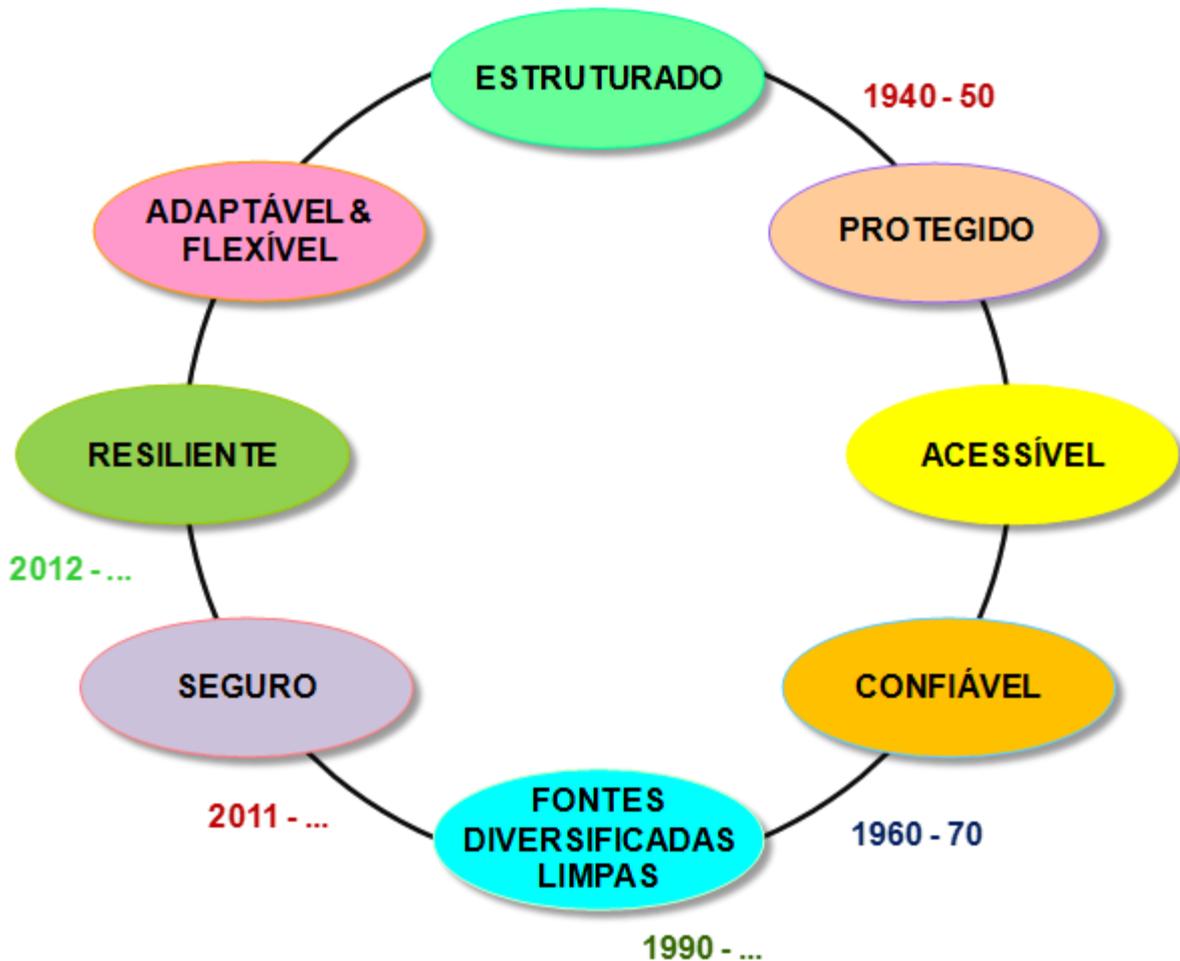
- *Resistência* diz respeito aos dispositivos físicos diretos usados na proteção da estrutura ou organização do ativo ou sistema para resistir às disrupções, e.g. blindagem de redes de comunicação, pára-raios e aterramento em redes elétricas, etc., ou seja, quanto mais resistente maior a capacidade de retornar à sua condição inicial após disrupções;
- *Confiabilidade* é a capacidade ou probabilidade do ativo ou do sistema de manter suas operações em uma faixa de condições preestabelecidas, ou seja, quanto mais confiável, menor e mais curtas as interrupções;
- *Redundância* constitui a adaptabilidade de um ativo ou sistema a qual pode ser obtida por vários meios a partir de múltiplas unidades ou funções distribuídas, a substitutibilidade, disponibilidade de reservas, etc.;
- *Resposta e reconstituição* constituem a habilidade de um ativo ou sistema de responder e recuperar-se de uma disrupção, readquirindo suas condições anteriores à ocorrência o que inclui a reconstrução ou reinstalação;

- *Defesa* é o conjunto de estruturas, processos e intervenções que protegem o sistema de energia-energia elétrica contra adversidades, distúrbios e ameaças, em benefício da população e sistemas usuários;
- *Padrões, normas ou códigos* expressam o modo acordado mais indicado de se fazer algo, capturando as boas práticas e conhecimentos e experiências correntes, que assistem a resiliência ou a levam à regulação, para a qual também contribuem, provendo-lhe suporte.



FIGURA 1 – Constituição da Resiliência

A Figura a seguir, ilustra a trajetória por que passaram e devem passar os atributos principais do setor de energia-energia elétrica dos tempos do pós-guerra, a começar por sua estruturação em termos de hardware, software e inteligência, até o tempo imediatamente futuro, com os sistemas adaptativos e flexíveis, que devem ser substituídos pelos mutantes, no momento seguinte.



Fonte: DOE Modificado

FIGURA 2 – Oito Atributos Dominantes dos Sistemas de Energia-Energia Elétrica

A infraestrutura do Plano de Resiliência da Empresa Brasil se situa no ambiente Setorial da Energia Nacional, o que a torna tanto independente de outras empresas e Setores quanto dependente de outras empresas e Setores. Em

relação à dependência de empresas, deve-se considerar que além do Sistema Interligado Nacional, SIN, que promove a interconexão física das redes de todas as infraestruturas, ainda há que se levar em conta os Setores que utilizam a água, o Setor de Combustíveis (petróleo e gás e biomassa), o Setor de Comunicação que responde pelas comunicações e redes, o Setor de Logística e Transporte que fornece o deslocamento de materiais e equipamentos, o Setor Indústria que compõe com materiais, equipamentos, sistemas, etc. – reposições e reservas e serviços de manutenção e reparos -, entre vários outros que criam as interdependências que afetam a resiliência da empresa de energia-elétrica. De fato, para condições disruptivas, por maior que venha a ser a independência de uma empresa ou Setor, quando elas ocorrem, impõe-se a necessidade de iniciativas co-operativas intersetoriais ou intrasetoriais, o que deve ser parte do Plano de Resiliência, individualizado de cada uma das empresas e todas elas (previamente pactuadas).

Em contraponto, a crescente dependência da população em relação à energia elétrica, faz que em quase todos os outros Setores Críticos em qualquer sociedade, a sua resiliência é essencialmente dependente da energia elétrica. A título de exemplo, durante tempestade catastrófica, serviços urbanos, em particular, hospitais, podem não ser afetados diretamente, porém, mandatoriamente irão demandar energia elétrica para a sua operação contínua; esta tempestade, por outro lado, não restringe o abastecimento de alimentos pela importação, mas a segurança alimentar não subsiste sem a energia-elétrica e assim por diante, o mesmo se repetindo praticamente com relação à resiliência de todos os demais.

Nesta vertente, deve-se considerar que os eventos disruptivos e catastróficos naturais, quando sucedem, afetam setores indistintamente, com intensidades e severidades variáveis, o que deve ser reconhecido e tratado nos planos de resiliência de cada um e todos eles.

### 3.0 - O PLANEJAR RESILIENCIA

A Empresa Energia Brasil escolheu planejar sua resiliência segundo o Processo de Adaptação Robusta enquanto Flexível, cuja representação sumária consta da Figura seguinte:

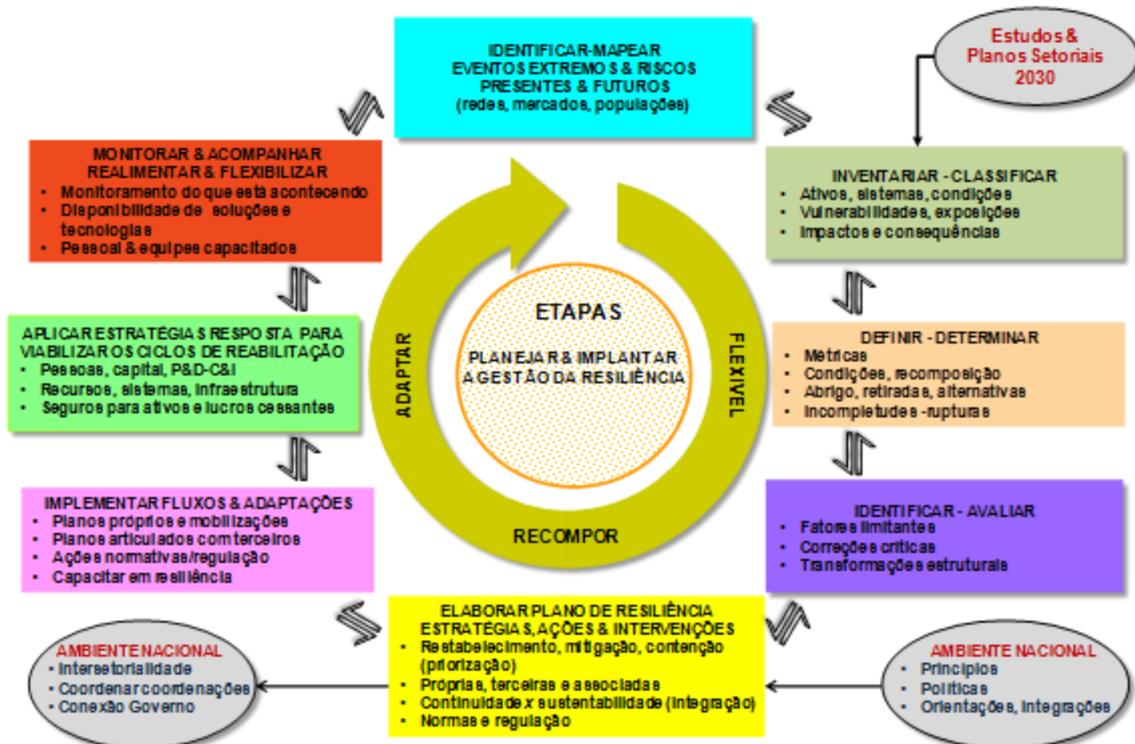


FIGURA 3 – Empresa Energia Brasil, Planejamento da Resiliência

Não obstante apresentadas sequencialmente, em blocos, para propiciar a compreensão de como o processo se realiza, as Etapas interagem continuamente entre si, ajustando as informações e formando conhecimentos.

Assim o Identificar e Mapear compreende reunir ocorrências internas, ocorrências externas ou ambientais, ocorrências mistas internas e externas, todas elas consideradas em relação ao sistema de energia-elétrica da Empresa. Os eventos se organizam conforme a natureza da vulnerabilidade apresentada, o que permite agrupá-las em físicas, cibernéticas, pessoal, sistêmicas. Pela incidência das vulnerabilidades ficam conhecidas as exposições. Este levantamento implica em se proceder a avaliações de bases de dados de ocorrências e situações

registradas ou a consultas a bases de dados internacionais que disponibilizam suas informações (caso da ATRIUM), bem como a considerar estudos prospectivos de condições extremas que podem vir a acontecer. Estas fontes possibilitam também avaliações dos impactos e consequências ou efeitos. Todo este trabalho requer a participação de grupos de profissionais altamente qualificados que exercitam incursões em cenários de incerteza. Uma metodologia habitualmente usada diz respeito a se buscar criar uma tipologia sobre a qual se tomam as ocorrências. Análises de analogias e condicionantes proporcionam igualmente depurar probabilidades e condições díspares. Há casos de heurísticas e mais recentemente, teve início o desenvolvimento de métodos mais científicos, que figuram na Etapa 3. Cabe mencionar que as duas primeiras Etapas dialogam entre si continuamente, até se chegar a um elenco consolidado de eventos. Ainda nestas etapas, a atribuição dos riscos e a quantificação de consequências apresentam dificuldades frequentes, diante da imponderabilidade do que pode acontecer, tanto para a Empresa Brasil, quanto para o seu entorno, em especial a população e o meio onde está. A Etapa 3 procura considerar ou desenvolver mecanismos que permitam delinear melhor os problemas focalizando amplitudes relativamente muito grandes. Uma das alternativas, em curso, constitui a determinação das capacidades de resiliência da infraestrutura das redes ou sistemas de energia-energia elétrica. Há algumas iniciativas relevantes sendo feitas em diversos países. Cumpre destacar, como exemplos notáveis, mas não únicos, a coletânea de Guias com medidas, indicadores e metas a serem alcançadas para “45 eventos que nunca devem acontecer”, utilizando heurística e experiência das bases de dados, preparado pelo National Resilience Promotion Headquarters, Japão, o programa de largo espectro com mais de uma dezena de projetos cobrindo energia-energia elétrica e outros setores, em fase avançada, que vem sendo desenvolvido pelo Argonne National Laboratory, Chicago, assim como iniciativa de igual magnitude, que reúne diversas academias de ciência americanas, portanto intersetorial e multidisciplinar, que responde sob a égide RESILIENCE@theAcademies, e ainda o sistema Distribution Resilience Design Tool, do Los Alamos National Laboratory. De fato, as empresas e seus planejadores procuram constituir métricas que suportem os mapeamentos de riscos e possam antecipar as probabilidades de recomposição contando com diversos mecanismos incluindo evacuações de grandes contingentes de comunidades, o uso de abrigos anticatástrofes ou outras soluções de proteção ou mitigadoras e que previnam mortes ou danos em pessoas, em primeiro lugar. De igual maneira, procura-se avaliar as incompletudes, ou seja, recuperações parciais física ou temporalmente, que afetem a socioeconomia e que exigirão elencos de providências subsequentes, habitualmente de grande porte. Então, fica, também, claro que as Etapas 2 e 3 dialogam entre si, recursivamente, no sentido de ajustar o conjunto de eventos a ser planejado. A Etapa 4 consiste em se estruturar o conhecimento das etapas anteriores no que concerne aos fatores limitantes que foram encontrados ou identificados, as correções críticas que o Plano deve conter para aumentar ou preservar a resiliência, ou aprimorá-la e a relação que se antecipa de transformações estruturais que deve ser trabalhada. Um exemplo que pode ser citado de uma experiência vivenciada recente, diz respeito ao aspecto dos seguros para eventos naturais catastróficos, outro foi o das subestações subterrâneas ou em níveis mais baixos do que as vias, diante de grandes movimentos de água, outro da vulnerabilidade da cablagem das distribuições urbanas a enchentes e assim por diante, vale dizer há todo um aprendizado em curso, na medida em que as empresas se detêm, cada vez com mais profundidade e acuidade, no investigar, estudar e planejar a sua resiliência. Os conteúdos desta Etapa 4 se convertem em itens do Plano de Resiliência associado às propostas para sua condução.

Na Etapa 5, tem lugar a execução do Plano de Resiliência propriamente dito, que contempla as estratégias e ações ou intervenções para as situações relacionadas ou tipificadas (estas podem se manifestar de vários modos em um determinado entorno delimitador). Alimentam este Plano os Princípios, Políticas e as Orientações dos Planos de Resiliência Nacionais ou do Plano de Resiliência Nacional Integrado Intersectorial. Tais disposições orientam e se desdobram, como ações, no Plano da Empresa Brasil. O seu conteúdo se concentra no que deve ser feito (como, por quem, quando, etc.) em relação à contenção (antes: monitoramento e alerta e comunicação e prevenção), contenção (durante: operações, intervenções, acompanhamento, comunicação), mitigação (durante e após e restabelecimento da condição em regime), restabelecimento ou recuperação da condição inicial (inclusive reconstruções), o que envolve a mais rigorosa priorização e gestão em tempo real; os grupos de ações e intervenções próprias, de terceiros e associadas; o administrar a continuidade e a sustentabilidade, integrando as duas dimensões em simultaneidade, e o que deve e precisa mudar em termos de normas, regulação, procedimentos, critérios, etc., ou seja, em resposta ao que se produziu na Etapa 4, anterior. O Plano de Resiliência da Empresa de Energia Brasil alimenta, por sua vez, o Ambiente Nacional, fornecendo-lhe elementos para a promoção da integração intersectorial, o coordenar coordenações de ações e a conexão Governo, absolutamente indispensável, de modo direto, com interlocutor qualificado. A Etapa 6 constitui, em sua essência, o implementar do Plano de Resiliência. Nela se descem a detalhes que levam a fluxos e adaptações aplicadas nos planos próprios, ela envolve a execução de todo o processo de mobilizações (inclusive simulações e treinamentos) e co-operações, na articulação dos planos com terceiros e associados ou, em conjunto. Dois grupos de ações demandam outro tipo de abordagem mais complexas, a saber, a capacitação em resiliência e particularmente, capacitar para o que precisa vir a ser feito na eclosão de uma disrupção, e as ações que instruem normas e regulações para prover as bases sustentáveis e seguras ao Plano de Resiliência, esta última requerendo amplo debate com os agentes envolvidos e a população ou sociedade. Este assunto vai determinar a existência da Etapa 7, seguinte, que se dedica a preparar, para os ciclos sucedâneos, as estruturas e organizações de pessoas, “funding” ou capital e P&D&I – esta atividade voltada principalmente para os instrumentos e métodos que necessitam ser elaborados –, de recursos, sistemas e infraestrutura, e tratamento específico para o capítulo dos seguros direcionados para cobrir ativos e lucros cessantes e reconstruções nas disrupções. Na Etapa 8, cumpridas as Etapas anteriores, ainda que parcialmente, há dois objetos que são monitorar e acompanhar e realimentar e adaptar/flexibilizar, os quais se materializam por meio do monitoramento em tempo real do que acontece, da disponibilidade de soluções e tecnologias para todas as etapas e sub processos abrangidos

e, tendo o pessoal e equipes capacitados, eles passam a contribuir para o aperfeiçoamento e o despertar de novas questões, mantendo robusto e vivo o processo. Então ele reinicia novamente.

### 3.1 – Alguns Comentários sobre o Processo e os Métodos Usados

A identificação ou mapeamento dos eventos, que podem levar os serviços de energia-elétrica da Empresa Brasil à interrupção, produz um conjunto que pode ou deve ser objeto de classificações quanto à severidade e/ou gravidade dos efeitos que ele pode provocar na sociedade, isto é, o seu impacto para a população e não especificamente para a empresa e seus sistemas e ativos. Há casos em que se usam escalas de 1 a 5 ou equivalente, mas há também caso em que os eventos possuem apenas duas classes, quais sejam, os piores eventos que devem ser prevenidos pelos programas e eventos que nunca devem acontecer. Naturalmente que para se chegara a tais grupos, houve a necessidade de se trabalhar um número muito maior de eventos, usando de critérios de refinamento e classificação para se chegar aos dois grupos em questão. O que é absolutamente relevante nesta abordagem é que os critérios de classificação são bastante simples e correspondem ao enunciado dos princípios a serem observados. Para tornar clara a explicação, eventos que nunca devem acontecer são aqueles que violam o princípio da preservação da vida, causando vítimas fatais em larga escala, os que provocam múltiplos colapsos em facilidades urbanas de transporte ou mobilidade urbana, grandes incêndios em áreas superpovoadas, colapso ou fogo em estações de serviços públicos, interrupção prolongada do abastecimento de alimentos e bens vitais em áreas afetadas por interrupções, entre outras, enquanto os piores eventos a serem prevenidos decorrem da violação de outros princípios, e.g. preservação da atividade econômica mesmo após uma interrupção, que pode levar a eventos tais como a perda da competitividade internacional pelo declínio da produtividade das empresas em função das interrupções, falhas múltiplas em aeroportos e portos, quebra das cadeias de segurança alimentar, interrupção prolongada de serviços de eletricidade, água, comunicação, entre outros. Em síntese, os princípios permitem que se hierarquize os eventos disruptivos, em função do impacto indesejado que eles provocam no meio ambiente circundante. Esta classifica, em geral, identifica eventos que corresponderão a programas de ação individuais, ou da própria empresa, programas transversais ou multisetoriais que envolvem a participação direta da empresa e de outras organizações na tomada de decisão e execução de medidas, os quais podem assumir distintas denominações. Vale mencionar que os programas de ação transversais se aplicam a situações em que há necessidade de se estabelecer novas diretrizes que modificam as condições dos setores que compartilhava solução do problema.

Habitualmente, qualquer que seja a opção de classificação, sempre se concluirá por centrar as atenções em um número limitado de eventos, menor do que 10 para atuação em grandes áreas, ou países.

Nenhuma empresa consegue fazer e executar seu Plano de Resiliência sozinho. Há um primeiro Plano que submetido à apreciação do Governo, retorna para a emissão de um segundo Plano que passa a ser aplicado com uma equipe de atualização e revisão que monitoram e acompanham o que ocorre. Em paralelo, este segundo Plano suporta Planos Regionais ou Locais ou Departamentais, todos eles alinhados e refletindo o Plano de Resiliência Nacional, se existente.

O primeiro Plano de Resiliência de uma Empresa deve ser feito em poucos meses ainda que haja um grupo de medidas e ações estruturais que se prolongam por prazos mais longos, uma vez que sua implementação deve ser iniciada imediatamente a seguir à sua edição revisada e aprovada.

Como explicado, há um grande esforço no sentido de desenvolver meios que suportem os processos de análise dos eventos disruptivos, associando-lhes métricas e sistemas que possibilitem emular e/ou simular condições catastróficas com o intuito de se avaliar impactos e eventualmente, atribuir-se-lhes probabilidades (redução da incerteza). Não é uma tarefa fácil e, às vezes, viável, mesmo com os avanços tecnológicos atuais, os métodos heurísticos e equivalentes – e.g. cenários de risco (o adotado pela Empresa Brasil) - continuam a ser mais extensivamente utilizados.

A agregação da inteligência às redes de energia e energia elétrica, com o crescimento programado de implantação e redes inteligentes, ou até antes, por meio dos projetos de redes resilientes inteligentes, o desenvolvimento e implementação das microrredes, os sistemas de Internet das Coisas, compartilhando as soluções em soluções transversais integradas, constitui outro movimento em curso, em vários países do mundo.

Um dos fatores chave para o sucesso da implementação do Plano de Resiliência consiste na adoção rigorosa de indicadores de desempenho que mensurem o seu avanço ou progresso permitindo a sua gestão em tempo real:

- individuais para cada ação ou intervenção mediante escolha e uso de indicadores que mensurem o seu avanço ou progresso;
- programas envolvendo múltiplas ações e intervenções, ou seja, medição do conjunto de cada um e tudo o que constitui cada programa em relação ao seu andamento, como uma organização;
- Projeto correspondente a grupos de programas destinados a um evento ou situação disruptiva.

Uma vez que em cada situação disruptiva aparecem múltiplas ações ou intervenções cujo resultado final depende da execução de todas elas, o indicador de desempenho que acompanha a evolução do que se pretende alcançar em cada situação deve expressar, em dado momento, o que se passa com o conjunto, ou seja, a composição ou fusão

dos vários indicadores individuais, enquanto identifica o que avançou mais e os que apresentam maiores atrasos ou dificuldades exigindo, portanto, assistência e intervenção.

#### 4.0 - O “FUNDING” OU FINANCIAMENTO DA RESILIÊNCIA

Os sistemas de regulação, em geral, não contemplam a resiliência como custo remunerável e quando da ocorrência das disrupções Governo e sociedade arcam com os custos da reabilitação, habitualmente sem se perguntar quando estariam pagando caso as situações tivessem sido previamente consideradas e prevenidas. Por se tratarem de situações que produzem eventos catastróficos configuram-se condições difíceis para tomadores de decisão, na medida em que há necessidade de se fixar limites quando há um desconhecimento sobre o que irá ocorrer e qual a extensão da ocorrência caso ele venha a suceder. O que se observa é que uma pequena parcela dos custos da resiliência se mistura em custos de confiabilidade ou segurança – que também são sistematicamente questionados –, diluindo-se, o que impede de se ter uma avaliação sobre o que nela se investiu ao longo dos anos. Esta condição, hoje, é completamente diferente em países em que os eventos climáticos extremos passaram a ocorrer com frequência maior, nas últimas décadas. Os resultados catastróficos e as grandes intervenções que se tornaram rotinas assumidas conscientemente, mudaram o quadro anterior, substituindo-o por uma nova condição em que a sociedade endossou e suporta as medidas que devem ser feitas, no sentido de gerenciar a resiliência dos sistemas públicos em seu benefício e proteção. Uma das primeiras orientações que se adotou consistiu em se apropriar os custos da resiliência através do uso efetivo do capital social existente. As limitações dos fundos existentes reduzem as possibilidades de se elevar limites de capacidade do sistema de energia-elétrica da Empresa Brasil, mesmo que se combinem ações estruturais com não estruturais para se elevar a segurança com menor requisito de recursos financeiros ou com a sua disseminação entre as entidades sociais.

Em função da severidade das disrupções, é praticamente impossível se preparar o sistema para responder a todos os tipos de desastres que podem suceder. Assim sendo, as redundâncias, ainda que existentes, podem não ser suficientes e o sistema deve possuir condições de substitutibilidade, com facilidades e sistemas de retaguarda e/ou reserva disponíveis para serem usados sempre que necessário. Mas isto tem altos custos que devem ser pagos pela sociedade de algum modo. Uma vez mais, torna-se evidente que a resiliência somente pode ser tratada em soluções compartilhadas. A utilização de PPPs, PFIs e outras modalidades de co-operação de funding considerando capitais privados, do terceiro setor e os públicos, são indispensáveis, mas ainda assim insuficientes. Daí a importância de mecanismos alternativos criativos, tais como fundos e seguros, em que exaustivas apreciações conjuntas de envolvidos, diante de disrupções ocorridas, já resultarem reposicionamentos importantes em relação às origens dos recursos financeiros para fazer frente aos prejuízos incorridos, com soluções inovadoras do mercado de capitais, muito diferentes das fontes usadas até então. No entanto, esta linha de ação, uma das possíveis, está longe de ter esgotado a questão, conquanto tenha avançado de modo substantivo, particularmente no que se refere à aceitação dos princípios. Assim não há ainda, soluções generalizadas, devendo-se reconhecer que por mais que se compartilhe, faltarão recursos, consideradas as bases do sistema financeiro vigente. Outro ponto, de mais alta relevância, diz respeito à eficácia dos sistemas de monitoramento que possam antecipar a ocorrência das disrupções – os já implantados mostram resultados excelentes, que produziram resultados e economias notáveis, principalmente no foco maior da resiliência, qual é o de preservar vidas humanas.

Pelo exposto, constata-se que a Empresa Brasil de per si, não apresenta condições de desenvolver um Plano de Resiliência no país, sem que se revejam regulações e haja uma aceitação do significado da resiliência percebido pela população e agentes socioeconômico ambientais, culturais e, principalmente, pelo Governo.

Como a disrupção afeta múltiplos setores simultaneamente, há uma impossibilidade de incluí-la nos sistemas tarifários das diversas agências reguladoras, cada uma delas voltada exclusivamente para o setor que regulam e numa perspectiva da normalidade de curto prazo, em processos quando muito, probabilísticos. As disrupções, regra geral, são eventos díspares, requerem longos prazos e trabalham com cenários de incerteza. Pensem, por exemplo, na disrupção representada pelo rompimento da barragem do Fundão, em Mariana – que poderia ter sido uma das barragens da Empresa Brasil – e no processo pós-catástrofe que se desenrola há dois anos, um tempo que seria impensável e inadmissível para uma disrupção em uma barragem de grande porte ou uma nuclear: de fato, a empresa sua proprietária, não possuía Plano de Resiliência como sói acontecer com a maior parte das empresas brasileiras. E os custos dos prejuízos, ainda não consolidados e sem garantias de recuperação, ascendem a mais de vinte bilhões de reais: de onde advirão? como serão pagos? qual o impacto na sobrevivência da empresa? e os danos ambientais irreversíveis, o que far-se-á, ou serão perdas permanentes como os que morreram? A menção a este caso se faz no sentido de se despertar para uma situação em que o país tem pouca vivência e conhecimento, talvez pelo pressuposto de que nele não ocorrem catástrofes: a Lava Jato não constitui uma disrupção maior do que um tsunami ou terremoto ou furacão para qualquer país ou empresa do planeta?

Bem, retornando à estruturação do “funding” para a resiliência nacional, o Plano da Empresa Brasil prevê uma longa trajetória de apreciação e negociação com a ANEEL e outras agências reguladoras, assim como com inúmeros atores da sociedade constituída e com a população para se estabelecer qual a solução de compromisso a ser atendida no limite. Fundos para a Resiliência Intersetorial se fazem sobremaneira recomendáveis e a conversa com as seguradoras se impõe.

## 5.0 - DISRUPÇÕES NO BRASIL - VULNERABILIDADES E RISCOS

No domínio dos acasos, a causa mais frequente de disrupções é a proveniente da ocorrência de fenômenos naturais. No caso do Brasil, chuvas intensas e tempestades e secas prolongadas assim como ondas de calor e frio expressam as manifestações que mais afetaram os sistemas de energia-elétrica. Riscos de fluxos de água ou sua ausência persistem e exigem monitoramento constante. Os fenômenos eletromagnéticos das descargas atmosféricas e ventos durante as tempestades pontuam nas perturbações de distribuição e em algumas das grandes perturbações. Os tufões subsistem em algumas regiões do Brasil, e.g. São Roque de Minas com as descidas em rampa para o interior de São Paulo e Minas Gerais. Em março de 2011, tivemos o registro do primeiro furacão no país, nível 1, em Santa Catarina, o qual resultou em 4 mortos, 7 desaparecidos e 15.000 casas destruídas. Este evento se repetiu mais recentemente e provocou a destruição completa de unidades de produção eólica de Parque Gerador junto à lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul. Há tremores de terra de baixa magnitude, comparados aos grandes terremotos. Nas costas sulinas há alterações de maré expressivas, mas que nada tem com tsunamis ou maremotos. Há muita queimada e incêndios florestais. Fenômenos de gelo em linhas e subestações são raros e se concentram no Sul. Tempestades de areia e maresia são habituais em vários locais, mas também em intensidade menor. Não há registros até o momento da incidência de radiações solares ou interferências espaciais, conquanto alarmes neste sentido já tenham sido recebidos. Importantes disrupções da rede de energia elétrica brasileira ocorreram de fenômenos naturais simultâneos, ou em cascata, afetando múltiplas linhas de transmissão, subestações e usinas do sistema interligado brasileiro. O INPE dispõe de um sistema de monitoramento climático que preenche parte das funções de monitoramento ambiental. Ondas de calor têm ocorrido, sem a devida antecipação. As previsões climáticas têm se aprimorado, mas a gestão de seu efeito estrutural ainda não mostra resultado, mesmo porque os atrasos da expansão da oferta têm sido frequentes e muito longos. O parque gerador térmico, em grande parte, foi adquirido com caracterização de reserva, apresentando restrições a funcionamento contínuo, na base. O abastecimento de gás revela problemas. A matriz de energia é predominantemente hidráulica, elevando a vulnerabilidade e risco sistêmico que intensifica com a disputa pela prioridade de seu uso. A vulnerabilidade física das redes a eventos extremos não é conhecida, mas deve mostrar muitas fragilidades pelos tempos em que foram construídos e baixo grau de redundância e reservas. Não se tem notícia de projetos de componentes e sistemas considerando a sua resiliência, salvo o caso das barragens que possuem sistema de monitoramento próprio, tecnicamente elaborado e sem proteção física, na maior parte. A vulnerabilidade cibernética, tanto compreende os sistemas em tempo real, quanto os convencionais e os híbridos. Os centros de operação e controle possuem tratamentos específicos e são habitualmente alvos de tentativas de invasão de hackers, conforme testes demonstrativos já realizados. Não há blindagens e proteções especiais em estações e nas comunicações de modo geral, conquanto a digitalização e as redes se expandam continuamente. Há muitas iniciativas em curso, em várias empresas, com baixa integração e sem a gestão do acompanhamento. No que se refere aos serviços, a situação é mais vulnerável e poucos projetos de segurança cibernética foram ou estão sendo implementados. Áreas de acesso reservado, nas empresas de energia elétrica, são raras, quando existentes. No domínio das ameaças, o terrorismo é visto como algo distante, a sabotagem está presente e há uma linha tênue entre um e outra. O pessoal é capacitado técnica e gerencialmente. A preocupação com o comportamental subsiste esparsamente, mas há ocorrências disruptivas que se mantêm discretas. A indisponibilidade do pessoal, e.g. pandemia, não é considerada. Não se tem notícia de estratégias de suprimento corporativo para disrupções, a não ser no que se refere a combustíveis fósseis, esta a cargo da Petrobrás. No domínio das vulnerabilidades, as questões internas aos sistemas de energia e energia elétrica são muitas, com restrições, gargalos, quebras de segurança, operações anômalas, etc. e como a rede está toda interligada no país, as probabilidades de propagação existem e são elas que provocam ou estão presentes ou contribuem para a maioria dos colapsos ou disrupções. Esta constitui a chamada vulnerabilidade sistêmica, em que se somam os efeitos de outras vulnerabilidades, criando os riscos significativos. Neste particular, no ambiente do Sistema Interligado Nacional, a resiliência se depara com o desafio da operação interligada (elétrica) ou integrada (energética) em que atuações isoladas da Empresa Brasil, por exemplo, de contenção ou prevenção são ineficazes ou contradizem a ordem vigente, pela ausência de um código de resiliência. O mapeamento de eventos críticos para os sistemas de energia - energia elétrica brasileiros se revela trabalho muito mais elaborado e qualificado, do que em países em que fenômenos climáticos extremos ocorrem sistematicamente. É interessante notar que ainda não sentem, no país, da coletânea de mapas das condições climáticas críticas distribuídas geograficamente, superpostas às redes eletro energéticas, para orientar as avaliações de resiliência e estabelecer os sistemas de monitoramento e gestão devidos. Os impactos das disrupções dos sistemas de energia - energia elétrica brasileiros são extensivos, alcançando praticamente toda a população, serviços e Governo e, por vezes, intensivos, em função de eventos com durações muito longas. Provavelmente por esta condição, eles possuem pouca quantificação das perdas e consequências e baixa contestação. Saliente-se que os impactos maiores dos sistemas de energia elétrica sucedem em todos os demais Setores da sociedade, com apuração ainda mais fluida e imprecisa.

## 6.0 - A ORIENTAÇÃO NACIONAL DE GOVERNO

Em países e regiões em que a ocorrência de eventos disruptivos é sistemática, a primeira determinação dos Governos constitui estabelecer princípios ou premissas fundamentais que tenham uma conotação permanente ou pétreia, as quais inspiram as políticas e geram as orientações a serem utilizadas nos vários Planos de Resiliência Setoriais. Há pequenas variações entre tais disposições, podendo-se identificar como núcleo genético, de referência, comum aos Planos de Resiliência Nacionais, os seguintes:

- preservar a vida humana ou prevenir as perdas humanas, quanto for possível ou impossível

- evitar ou conter/minimizar danos destrutivos ou fatais em todos os elementos essenciais ao exercício das funções vitais da nação e da sociedade, assegurando a administração pública assim como a sobrevivência dos sistemas socioeconômico e cultural
- minimizar/mitigar danos à propriedade dos cidadãos e às facilidades públicas
- prover a recomposição/restauração e/ou reconstrução de modo compreensivo e sistemático
- assegurado funcionamento de sistemas socioeconômicos que nunca podem se tornar disfuncionais, mesmo na ocorrência de disrupção.

Estas premissas foram assumidas pela Empresa Brasil que as converteu em seus objetivos estratégicos (seriam políticas, no caso do Plano de Resiliência Nacional) para cuja realização se constituíram programas de ação, cada um deles contendo um conjunto de ações, intervenções ou subprogramas com metas específicas a serem alcançadas (seriam medidas ou direcionamentos no Plano de Resiliência Nacional). Em atenção ao que se chamou primeiro Plano, conviu-se por manter a estrutura clássica de três objetivos o primeiro voltado para dotar o que sistema atual da resiliência que ele precisa, na maior amplitude possível em relação aos eventos disruptivos a que ele deve responder, seguido da gestão das contingências disruptivas, como executá-la para se obter as recomposições e reconstruções desejadas, inclusive mantendo-se as coesões e expectativas dos grupamentos humanos, para finalmente, passar ao projeto e construção do seu futuro sistema de energia-energia elétrica mais resiliente.

## 7.0 - CONCLUSÕES

O Plano de Resiliência da Empresa de Energia “Brasil” se presta para orientar o de qualquer outra empresa, ressaltando-se que, dada as limitações deste texto, ele não apresentou a intersectorialidade que, em empresas de energia elétrica em ambientes inteligentes – sistemas, cidades com a multiplicidade de setores que nela convivem e compartilham o seu realizar com atividades que se entrelaçam cada vez mais, microrredes de energia, Internet das Coisas – não há como se tratar a resiliência senão como uma co-operação da multiplicidade de setores que constituem o universo que serve às pessoas e populações, e para as quais ela existe. Quiçá seja o melhor aprendizado que o exercício da resiliência pode desenvolver: o compartilhar e integrar pessoas, conhecimentos e habilidades para capacitá-las a resistir e a reabilitar-se diante de eventos os mais severos e exigentes, destrutivos mesmos.

## 8.0 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Eop USA. National Grid Security and Resilience Action Plan. Washington, December 2016.
- (2) Cabinetoffice UK. 2015-2016 Sector Resilience Plans. London, April 2016.
- (3) Nrph JP. Action Plan for National Resilience. Tokyo, 2014.
- (4) Nery E. Sua Empresa é Resiliente. XXIII SNPTEE. Itaipu, Foz do Iguaçu, Brasil, 2015.
- (5) Nery E. Ensaio sobre o Plano de Resiliência do Sistema Eletroenergético Brasileiro. XXIII SNPTEE. Itaipu, Foz do Iguaçu, Brasil, 2015.
- (6) Nery, E. e Costa, E. The Development of Resilience in Energy Systems to Face with Environmental Adversities. 7<sup>th</sup> Southern Africa Regional Conference. Somerset. 2012.

## 9.0 - DADOS BIOGRAFICOS



Eduardo Márcio Teixeira Nery  
 Origem: Belo Horizonte, M.G., 27.11.1944.  
 Graduação engenharia: Belo Horizonte 1968.  
 Pós-graduação e especialização - Outros locais e datas variadas.  
 Atual diretor da Energy Choice Consultoria e Negócios.