

a terra é redonda

Um ataque nas redes elétricas dos EUA



Por STEVEN STARR*

Existem 12.000 armas nucleares no mundo — quatro delas podem destruir os EUA



O primeiro pulso eletromagnético de alta altitude (HEMP) registrado foi criado pela detonação de uma ogiva nuclear de 3,88 megatons acima da ilha Johnston em 1958. Esta foto foi tirada a 1.400 quilômetros de distância no Havaí, longe o suficiente para evitar queimaduras graves na retina nos olhos dos observadores em Honolulu (oficiais militares mudaram o local do teste do Atol de Bikini porque a bola de fogo nuclear poderia cegar pessoas a até 650 quilômetros de distância).[\[1\]](#)

Madrugada de uma noite fria de inverno, durante uma enorme tempestade de inverno que cobre a maior parte do centro e do leste dos Estados Unidos, uma ogiva nuclear de 100 quilotonns explode repentinamente 170 quilômetros acima de Dallas, no Texas. Dois minutos depois, ogivas nucleares idênticas explodem sobre Las Vegas, em Nevada, e sobre Columbus, em Ohio. Então, uma quarta e maior ogiva de 800 quilotonns explode sobre o sul da Península de Yucatán.

Os pulsos eletromagnéticos (EMPs – sigla em inglês para *electromagnetic pulse*) produzidos pelas três primeiras detonações nucleares agirão para destruir quase instantaneamente os eletrônicos de estado sólido [N. do T.: semicondutores, como microchips] que controlam a operação da maioria da infraestrutura nacional crítica dos EUA – incluindo a geração de energia de emergência e os sistemas de emergência de resfriamento de núcleo ativos de 26

a terra é redonda

reatores nucleares comerciais. A onda de choque eletromagnético E3A da quarta detonação trará um colapso final de todas as três redes de energia elétrica dos EUA, que ficarão fora de serviço por um ano ou mais.

North American Electric Power Grids



Figura 1: As três redes elétricas dos EUA.[\[2\]](#)

As ogivas nucleares são “entregues” às suas áreas-alvo por mísseis balísticos lançados de um submarino localizado a 300 quilômetros ao sul de Pensacola, no Golfo do México. A identidade exata do atacante é desconhecida porque submarinos nucleares são virtualmente impossíveis de detectar e rastrear quando viajam sob o mar. Este é um ataque surpresa de um inimigo desconhecido, um “raio a partir do nada”.

O submarino precisa de apenas um minuto para disparar os mísseis de uma profundidade de 50 metros. Três mísseis são disparados em trajetórias deprimidas para reduzir o tempo necessário para que suas ogivas atinjam seus alvos designados; seus tempos de voo duram de 5 a 7 minutos do lançamento à detonação. Os sistemas de alerta precoce dos EUA detectam os lançamentos, mas os sistemas de defesa antimísseis dos EUA não têm tempo suficiente para interceptar os mísseis ou suas ogivas nucleares antes que explodam a grande altitude sobre os EUA.

A localização dessas três detonações nucleares de alta altitude não precisava ser precisa - detonações sobre outros locais a leste e a oeste (sobre os estados de Indiana, Ohio, Kentucky ou Alabama, e sobre Seattle e Los Angeles) produziriam resultados muito semelhantes. Mas as detonações devem ocorrer acima da atmosfera da Terra e durante as horas mais escuras da noite. A altitude de 171 quilômetros e as condições climáticas extremas foram escolhidas para maximizar os efeitos destrutivos do EMP.[\[3\]](#)

Os céus de repente se iluminam acima dos EUA, mas as detonações ocorrem silenciosamente porque a atmosfera é muito rarefeita nessas altitudes para transmitir ondas sonoras. Nenhum efeito de explosão ou incêndio é criado na Terra, mas uma descarga massiva de poderosos raios gama liberados pelas detonações viaja para baixo a trezentos mil quilômetros por segundo. À medida que os raios gama penetram na atmosfera, eles arrancam os elétrons das moléculas de ar e os enviam girando em direção à Terra quase na velocidade da luz. O campo magnético da Terra interage com essas nuvens massivas de elétrons giratórios, criando pulsos eletromagnéticos gigantescos que atingirão centenas de milhares de quilômetros quadrados da superfície da Terra.

O EMP consiste em três ondas distintas. As três ondas de pulso E1 iniciais centradas em Ohio, Nevada e Texas atingem a superfície da Terra apenas alguns bilionésimos de segundo após as detonações nucleares de alta altitude. Protetores contra surtos comuns não agem rápido o suficiente para proteger dispositivos eletrônicos contra os efeitos do E1. Uma fração de segundo depois, as ondas de pulso E2 chegam com efeitos semelhantes aos de raios. Protetores contra surtos que normalmente protegeriam contra raios provavelmente terão sido desativados pelas ondas E1. As ondas de pulso E3

a terra é redonda

finais (E3A e E3B) atingirão a Terra aproximadamente 1 a 2 segundos após as ondas E1 iniciais.

Os alvos sobre os EUA continentais foram escolhidos para maximizar os efeitos das ondas E1 e E3B em cada uma das três redes elétricas dos EUA. Os efeitos sinérgicos dessas ondas EMP arruinarão a maioria dos dispositivos eletrônicos e virtualmente eliminarão a transmissão de energia elétrica de longa distância nos EUA.

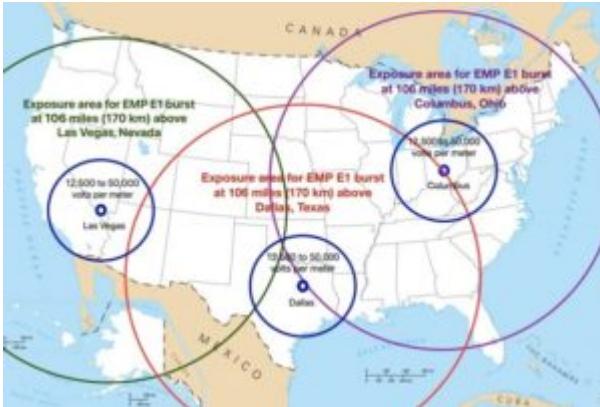


Figura 2: Áreas de exposição para ondas EMP E1 de detonações nucleares 171 quilômetros acima de Columbus em Ohio, Dallas no Texas e Las Vegas em Nevada. Os círculos grandes representam as faixas de exposição ao pulso eletromagnético E1, e os círculos azuis internos ilustram as áreas onde surtos de energia criados por ondas incidentes do pulso eletromagnético E1 podem danificar dispositivos eletrônicos de estado sólido que não estão conectados à rede.[\[4\]](#)

Pulso eletromagnético E1 destrói a eletrônica de estado sólido necessária para operar a infraestrutura nacional crítica

EMP não prejudica pessoas, animais ou plantas, nem causará danos estruturais a edifícios. No entanto, uma onda de pulso E1 induzirá instantaneamente tensões e correntes elétricas altamente destrutivas em qualquer material eletricamente condutor localizado nas enormes áreas circulares abaixo das detonações nucleares. Cada detonação nuclear cria uma grande área circular de exposição ao pulso E1 cobrindo mais de duzentos e cinquenta mil quilômetros quadrados (Figura 2). Linhas de energia, linhas de telecomunicações, cabos de computador, fios, antenas e até mesmo muitos cabos de energia AC que são atingidos pelas ondas E1 de repente terão enormes tensões e correntes surgindo através deles.

As ondas E1 induzem 2 milhões de volts e correntes de 5.000[\[5\]](#) a 10.000[\[6\]](#) amperes em linhas de distribuição de energia de médio porte. Sobretensões de 200.000 a 400.000 volts (além da capacidade de projeto) ocorrem nas linhas de distribuição de energia de classe de 15 quilovolts (kV) que se conectam à maioria das casas, fazendas e empresas.[\[7\]](#) **Em menos de um milionésimo de segundo, essas tensões e correntes prejudiciais surgem nas redes elétricas dos EUA.** A menos que seja especificamente protegido contra E1, **qualquer dispositivo eletrônico moderno que contenha circuitos de estado sólido (microchips, transistores e circuitos integrados) que esteja conectado à rede será desabilitado, danificado ou destruído por essa enorme explosão de eletricidade. Isso inclui os dispositivos eletrônicos necessários para operar toda a infraestrutura nacional crítica dos EUA.**

As regiões localizadas abaixo dos pontos de detonação (representados como círculos azuis escuros na Figura 2) de repente experimentam ondas E1 poderosas o suficiente para induzir tensões e correntes prejudiciais em dispositivos eletrônicos que *não estão conectados à rede*. 50.000 volts e 100 amperes de corrente surgem em cabos de alimentação AC não blindados.[\[8\]](#) Os telefones celulares são desativados junto com as torres de celular; quase todas as formas de telecomunicações cessam. Praticamente tudo alimentado por eletricidade para de funcionar de repente.

Os sistemas de transporte terrestre, aéreo e marítimo, sistemas de água e saneamento, sistemas de telecomunicações e sistemas bancários estão todos fora de serviço. A distribuição de alimentos e combustível cessa. Os serviços médicos de emergência ficam indisponíveis. A multidão de dispositivos eletrônicos dos quais a sociedade depende parou de funcionar de repente.

a terra é redonda

EMP E1 corta energia através da destruição de isoladores de vidro em linhas de energia de 15 kV

Tensões e correntes maciças induzidas em linhas de transmissão de energia por ondas E1, combinadas com condições climáticas extremas, agem para sobrecarregar, causar curto-círcito e destruir milhões de isoladores de vidro (em um processo chamado “flashover”) que são comumente usados em linhas de distribuição de energia elétrica de 15 quilovolts (kV) nos Estados Unidos (Figura 3). 78% de toda a eletricidade nos EUA é entregue aos usuários finais (residenciais, agrícolas, comerciais) por meio dessas linhas de 15 kV.[\[9\]](#) A perda de um único isolador de vidro em uma linha pode interromper a distribuição de energia em toda a linha.



Figura 3: O flashover destrói isoladores de vidro em uma linha de distribuição de energia.[\[10\]](#)

À medida que as condições climáticas abaixo de zero prevalecem em grande parte dos EUA, as luzes e a energia elétrica acabam repentinamente nas casas americanas.

Caos

Em um instante, quase todos os dispositivos eletrônicos necessários para a vida moderna param de funcionar. Os computadores, modems, roteadores, controladores lógicos programáveis e sistemas de supervisão de controle e aquisição de dados (SCADA) usados para monitorar, controlar e automatizar processos industriais complexos, todos jazem mortos. O inferno se instala.

Todo o controle de tráfego ferroviário, portuário e aéreo deixa de funcionar. Os sistemas de GPS e fibra óptica falham. Aviões caem do céu. Válvulas motorizadas que controlam o fluxo de gás e óleo em milhões de quilômetros de oleodutos congelam repentinamente, causando rupturas e explosões. Os sistemas de distribuição de água falham. O controle é perdido em refinarias e plataformas offshore. Grandes explosões de fornalhas e caldeiras ocorrem em usinas de energia a carvão. O controle sobre todos os processos industriais e linhas de montagem é perdido. Os sistemas de controle remoto em todos os setores cessam repentinamente as operações.

Annie Jacobsen, em seu notável livro, *Nuclear War: A Scenario*, descreve vividamente o que acontece depois que uma guerra nuclear começa e uma onda de pulso E1 desativa repentinamente a infraestrutura nacional crítica dos Estados Unidos.

Dos 280 milhões de veículos registrados nos Estados Unidos, “10 por cento dos veículos nas estradas repentinamente param de funcionar... sem direção hidráulica ou freios elétricos, os veículos param ou batem em outros veículos, em prédios, em muros. Veículos parados e batidos bloqueiam faixas de tráfego em estradas e pontes em todos os lugares, não mais apenas em lugares para onde as pessoas estavam fugindo de bombas nucleares, mas em túneis e viadutos, em estradas grandes e pequenas, em entradas de veículos e em estacionamentos por todo o país... O bombeamento elétrico de combustível acaba de chegar a um fim permanente e fatal...”

Não haverá mais água potável. Não haverá mais vasos sanitários em que se possa dar descarga. Não haverá saneamento. Não haverá postes de luz, nem luzes de túnel, nenhuma luz, apenas velas, até que não haja mais nenhuma para queimar. Não haverá bombas de gasolina, nem combustível. Não haverá caixas eletrônicos. Não haverá saques em dinheiro. Não

a terra é redonda

haverá acesso a dinheiro. Não haverá celulares. Não haverá linhas fixas. Não haverá chamadas para o 911. Nenhuma ligação. Não haverá sistemas de comunicação de emergência, exceto alguns rádios de alta frequência (HF). Não haverá serviços de ambulância. Não haverá equipamentos hospitalares que funcionem. O esgoto se espalha por todo lugar. Leva menos de quinze minutos para que insetos portadores de doenças se espalhem. Para se alimentarem em pilhas de dejetos humanos, de lixo, de mortos...

Bilhões de galões de água que passam pelos aquedutos da América jorram incontrolavelmente. Represas estouram. Inundações em massa começam a varrer infraestrutura e pessoas... milhares de trens de metrô, trens de passageiros e trens de carga viajando em todas as direções, muitos nos mesmos trilhos, colidem uns com os outros, batem em muros e barreiras ou descarrilam. Elevadores param entre andares ou aceleram até o chão e caem. Satélites (incluindo a estação espacial internacional) saem de posição e começam a cair na Terra. As cinquenta e três usinas nucleares restantes da América, agora operando em sistemas de backup, entram coletivamente em uma corrida contra o tempo.”[\[11\]](#)

No entanto, nem todas as usinas nucleares estarão funcionando com sistemas de backup de emergência.

Fusão de reatores em usinas nucleares

No leste dos EUA, 14 grandes reatores nucleares comerciais em usinas nucleares estão localizados em áreas onde os campos de incidência de pulso E1 de pico estão em uma faixa de 12.500 volts por metro a 50.000 volts por metro. Mais cinco reatores comerciais no oeste dos EUA e sete reatores comerciais no sul dos EUA também estão localizados em áreas com faixas semelhantes de pulso E1 (Figura 4). Nessas áreas saturadas de E1, tensões e correntes elétricas prejudiciais são induzidas dentro de cabos, linhas e equipamentos eletrônicos de estado sólido não blindados *dentro* dos edifícios e estruturas nessas usinas nucleares, bem como nas muitas linhas de energia acima e abaixo do solo, linhas telefônicas, cabos, etc. que entram e saem dessas usinas.

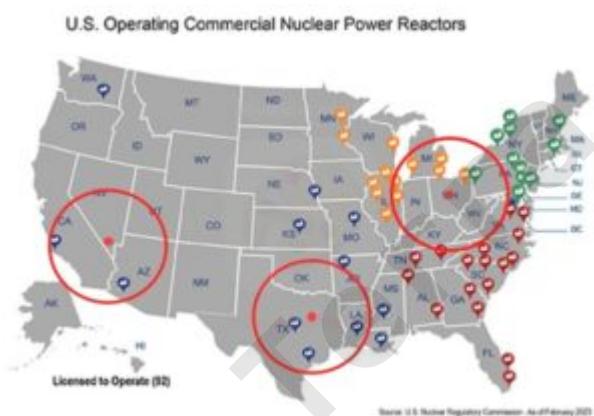


Figura 4: 26 reatores nucleares comerciais estão localizados em áreas circuladas em vermelho que apresentam campos incidentes de pulso E1 de pico iguais a 12.500 volts por metro a 50.000 volts por metro.[\[12\]](#)

Milhares de componentes eletrônicos de estado sólido (unidades de controle, bombas acionadas por motor, válvulas operadas por motor, sensores de temperatura e pressão, retificadores, inversores, interruptores, etc.) são necessários para monitorar, controlar e operar com segurança reatores nucleares. Esses componentes são encontrados em várias partes dos sistemas de emergência de resfriamento de núcleo (ECCS) ativos em cada reator nuclear; eles também são encontrados dentro dos geradores a diesel de emergência e dos bancos de baterias que compõem os sistemas de energia de emergência em cada usina nuclear. Todos esses componentes de estado sólido são desprotegidos e altamente suscetíveis a danos causados pelas altas tensões e correntes criadas pelo pulso E1.

No momento em que as ondas E1 derrubaram as redes, a perda de energia elétrica externa desencadeou um desligamento de emergência de todos os reatores nucleares em operação nos EUA. Nenhuma eletricidade é necessária para um desligamento de emergência. No entanto, os sistemas de resfriamento de emergência devem começar

a terra é redonda

a resfriar o núcleo do reator nuclear em segundos após um desligamento de emergência. Caso contrário, as centenas de milhões de watts de calor que permanecem no núcleo do reator^[13] (o calor é produzido pelas barras de combustível altamente radioativas) farão com que o núcleo do reator superaqueça a ponto de se autodestruir em questão de várias horas ou menos.^[14]

Em um milionésimo de segundo, as tensões e correntes prejudiciais criadas pela onda de pulso E1 desabilitam as bombas operadas por motor e as válvulas motorizadas dentro dos sistemas de resfriamento de emergência de todos esses 26 reatores nucleares. Esse surto de energia também derruba os sistemas de energia de emergência nas usinas nucleares onde os reatores estão localizados. **A perda dos sistemas de emergência de resfriamento de núcleo ativos e dos sistemas de energia de emergência tornou repentinamente impossível para esses 26 reatores nucleares remover o calor massivo restante dentro de seus núcleos de reatores após os seus desligamentos de emergência.**

Os controles de estado sólido nos gigantescos geradores diesel de emergência não funcionam mais; as interfaces AC/DC localizadas entre os bancos de baterias e os sistemas elétricos da usina falharam. Não há mais energia elétrica fora do local ou no local disponível para operar os sistemas de emergência de resfriamento de núcleo ativos, que não funcionariam de qualquer maneira porque a eletrônica de estado sólido encontrada nas bombas e válvulas operadas por motor está danificada e desabilitada. Um fluxo forçado de água não pode ser retomado através do núcleo do reator (centenas de milhares de galões de água são bombeados através do núcleo a cada minuto durante a operação normal). Na maioria desses reatores, aproximadamente duzentos milhões de watts de calor de decaimento permanecem no núcleo do reator - e não podem ser removidos do núcleo antes que as barras de combustível de urânio começem a se autodestruir.

A falha destes sistemas de emergência levará rapidamente à fusão dos núcleos dos reatores em cada uma destas 26 centrais nucleares.^[15] Isso acontece porque as usinas nucleares dos EUA (e de muitas outras nações) não foram projetadas ou adaptadas para suportar os efeitos do EMP. A Comissão reguladora nuclear dos EUA (NRC) continua a sustentar que o EMP não representa perigo para as usinas nucleares que regulamenta - embora nunca tenha conduzido os testes abrangentes necessários para validar suas teorias (em 2019, [a Força-Tarefa de Defesa Eletrromagnética da Força Aérea dos EUA](#) forçou a NRC a responder às suas preocupações sobre a falta de proteção contra EMP nas usinas nucleares dos EUA, mas a NRC se recusou a tomar quaisquer medidas para proteger as usinas nucleares dos EUA do EMP).

Incêndios em piscinas de combustível irradiado em usinas nucleares

Uma perda completa de energia elétrica fora do local e no local em uma usina nuclear também torna impossível operar os grandes sistemas de resfriamento necessários para remover o calor das piscinas de combustível irradiado, onde barras de combustível de urânio altamente radioativas usadas ou "gastas" são armazenadas. Essas piscinas contêm algumas das maiores concentrações de radioatividade do planeta.^[17] O combustível irradiado intensamente radioativo também gera uma enorme quantidade de calor que deve ser continuamente removido da piscina ou então a água na piscina aquecerá até o ponto de ebulação.

Para os 26 reatores que não têm mais energia elétrica fora do local ou no local, a única maneira restante de resfriar as piscinas de combustível usado é bombear continuamente água de resfriamento para dentro delas. No entanto, o derretimento do reator e a liberação correspondente de radiação, combinados com o caos criado pelo ataque EMP, tornam isso impossível. A água nessas piscinas ferve em questão de horas ou dias.

Quando a queda dos níveis de água nas piscinas eventualmente expõe o combustível gasto ao vapor e ao ar, isso faz com que as barras aqueçam até o ponto de ruptura ou ignição e liberem enormes quantidades de radioatividade.^[18] Barras de combustível recentemente removidas do núcleo do reator começam a queimar em temperaturas que excedem 1.000 graus Celsius, e o fogo se espalha para as barras mais antigas na piscina. A radioatividade liberada de um incêndio na piscina de combustível gasto cria um deserto radioativo inabitável que é 60 vezes maior do que a zona de exclusão radioativa de Chernobyl.^[19]

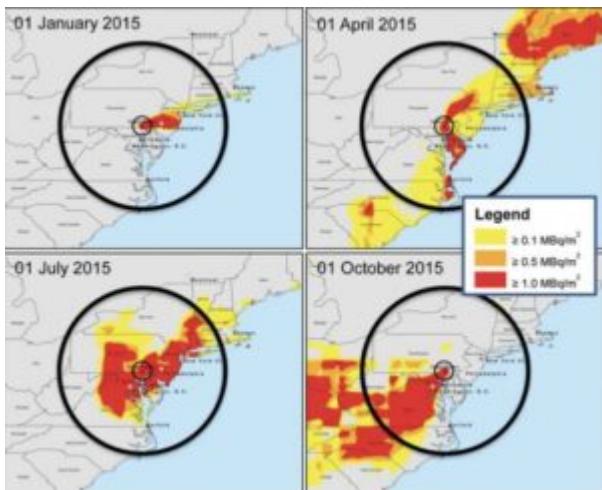


Figura 5: Áreas de contaminação de um incêndio hipotético em uma única piscina de combustível irradiado de alta densidade na Central Nuclear de Peach Bottom, na Pensilvânia, libertando 1600 PBq de Césio-137 em quatro datas em 2015[20]

As enormes quantidades de radiação liberadas pelos reatores destruídos e pelas suas 26 piscinas de combustível usado em chamas transformarão grande parte dos EUA continentais em uma zona de exclusão radioativa inabitável.

Onda de pulso E1 inicia destruição de redes elétricas dos EUA

O enorme surto de energia induzido por E1 também atingiu as subestações de extra alta tensão (EHV) nos EUA (Figura 6), destruindo a maioria dos relés de estado sólido de proteção[21] que protegem os sistemas elétricos dentro da rede contra danos.[22] Isso incluiu os relés que ativavam os disjuntores de extra alta tensão, que forneciam a proteção primária contra correntes prejudiciais aos transformadores de grande potência (LPTs).[23] Existem aproximadamente 5000 disjuntores EHV de 345 quilovolts (kV) e tensões operacionais acima nas três redes elétricas dos EUA.[24]

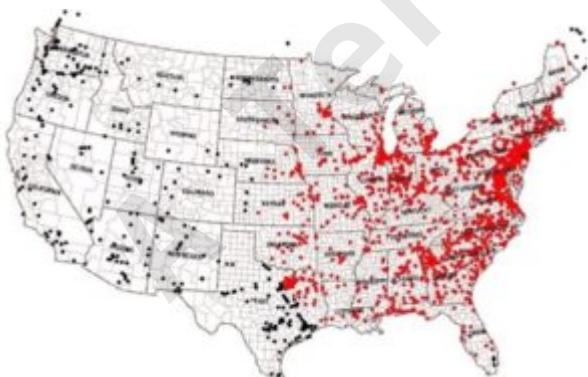


Figura 6: 1765 subestações de extra alta tensão expostas ao E1 da detonação nuclear sobre Columbus em Ohio, que representam 83% dessas subestações nos EUA[25]

Os LPTs são usados em instalações de geração de energia para aumentar a voltagem antes da transmissão de longa distância (isso reduz a perda de energia) e, em seguida, no final das linhas de transmissão, para reduzir (“step down”) a voltagem quando a energia é distribuída para residências, agricultura e indústria americanas. Os LPTs são *absolutamente necessários* para a transmissão de energia elétrica nos EUA (Figura 7). **90% da eletricidade nas redes elétricas dos**

a terra é redonda

EUA passa por velhos LPTs de 345 kV (345.000 volts), 500 kV e 765 kV; existem apenas alguns milhares desses LPTs nas três redes elétricas nacionais dos EUA.[\[26\]](#)

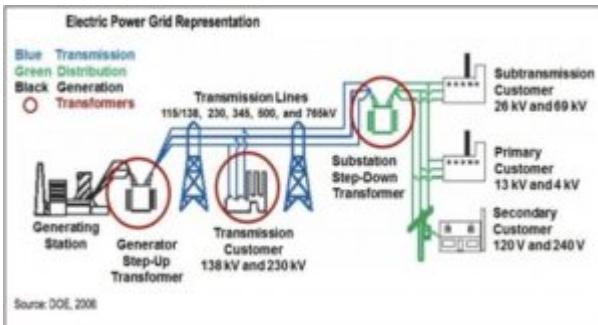


Figura 7: O papel dos grandes transformadores de potência (LPTs) na rede elétrica. Os LPTs estão circulados em vermelho[\[27\]](#)

As tensões e correntes massivas criadas pelas ondas E1, que se formaram dentro das linhas de transmissão de energia, também danificaram e destruíram os capacitores ligados em série nessas linhas que protegiam os LPTs de picos de energia perigosos.[\[28\]](#) O pico de energia E1 também desabilitou os componentes eletrônicos dentro dos sistemas de resfriamento dos LPTs (que são necessários aos LPTs),[\[29\]](#) e abriu por queima pequenos orifícios no isolamento dos enrolamentos dentro dos LPTs.[\[30\]](#) Isso deixou os LPTs suscetíveis a curtos-circuitos internos e superaquecimento.

Em outras palavras, as ondas de pulso E1 desativaram os sistemas de segurança necessários para proteger os LPTs, bem como danificaram alguns LPTs e os deixaram todos bastante vulneráveis aos efeitos das ondas de pulso E3 subsequentes.[\[31\]](#)

Ondas de pulso E3B destroem os disjuntores EHV e LPTs - Redes dos EUA ficam inativas por um ano ou mais

Um ou dois segundos após as detonações nucleares sobre Columbus, Las Vegas e Dallas, as ondas de elevação E3B criadas por essas detonações induzem fluxos de corrente em linhas de transmissão de energia acima e abaixo do solo. Cientistas confirmaram, por “todos os meios de medição”, que o potencial de ameaça representado pelo pulso E3 excede o limite de estresse pretendido que a envelhecida rede de energia dos EUA foi projetada e testada para suportar.[\[32\]](#) As Figuras 8, 9 e 10 descrevem o impacto das três ondas de elevação E3B.

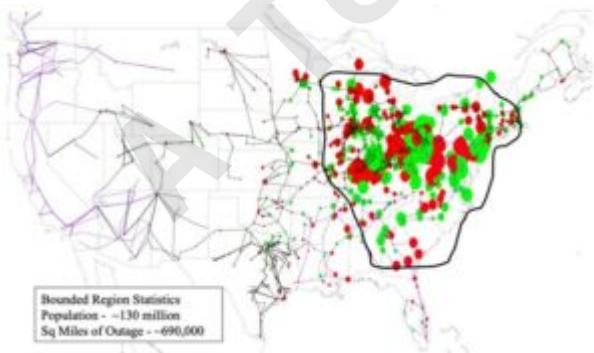


Figura 8: Onda de elevação E3B da detonação nuclear sobre Columbus, Ohio, causa o colapso da rede elétrica na região delineada. Condições climáticas extremas espalham o colapso para a Flórida e o Maine.[\[33\]](#)

a terra é redonda

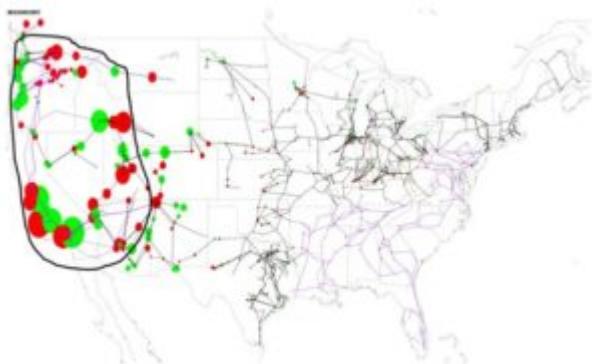


Figura 9: Onda de elevação E3B da detonação nuclear acima de Las Vegas, Nevada, colapsa o grid na região delineada.[\[34\]](#)

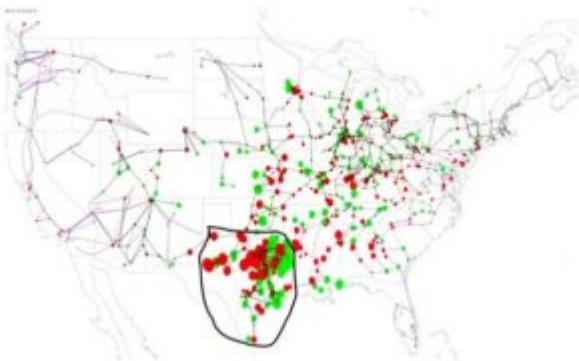


Figura 10: Onda de elevação E3B da detonação nuclear acima de Dallas, Texas, colapsa a grade na região delineada.[\[35\]](#)

Como os EUA não conseguiram proteger as suas redes elétricas do EMP, todos os LPTs de 765 kV, dois terços dos LPTs de 500 kV e pelo menos 20% dos LPTs de 345 kV são bastante vulneráveis aos efeitos do pulso E3.[\[36\]](#) Tanto os LPTs – assim como os disjuntores de extra alta tensão que os protegem – estão prestes a ser danificados, desativados e destruídos pela combinação dos efeitos das ondas E1 e E3B.

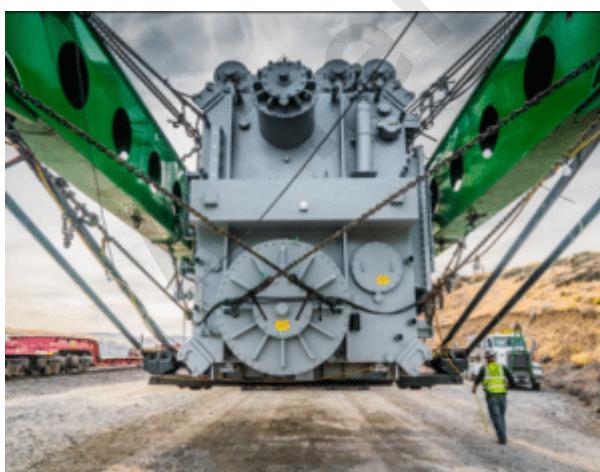


Figura 11: Movendo um grande transformador de potência de 210 toneladas. O peso combinado do transformador e do equipamento necessário para movê-lo é de 430 toneladas.[\[37\]](#) Os LPTs não podem ser instalados rapidamente, mesmo depois que seus substitutos tiverem sido fabricados e entregues aos EUA.

As ondas de pulso E3B induzem corrente contínua (DC) em longas linhas de transmissão de energia, bem como na própria

a terra é redonda

Terra. A perda dos relés de proteção (devido às ondas E1) permite que correntes contínuas de centenas a milhares de amperes fluam para disjuntores de extra alta tensão e para LPTs.[\[38\]](#) Os disjuntores EHV explodem e os LPTs superaquecem e se autodestroem. Os LPTs geralmente contêm muitos milhares de galões de óleo para fins de resfriamento e isolamento de alta tensão; esse óleo se torna combustível que geram grandes incêndios que rapidamente engolfam grandes partes da subestação e/ou instalação da usina de energia onde os LPTs estão localizados.[\[39\]](#)

A remoção dos LPTs e disjuntores de extra alta tensão da rede deixa a maior parte dos Estados Unidos sem energia elétrica por até um ano ou mais. Isso ocorre porque **os disjuntores de extra alta tensão[\[40\]](#) e LPTs não são estocados.** Agora, será preciso **40 a 60 semanas para substituir disjuntores de extra alta tensão.**[\[41\]](#) Os LPTs devem ser projetados e fabricados sob medida e cerca de 80% dos LPTs são feitos no exterior.[\[42\]](#) O tempo de espera atual para **a fabricação de um LPT é de 80 a 210 semanas.**[\[43\]](#)

Uma onda de choque eletromagnético final de E3A aumenta a destruição de LPTs e disjuntores de extra alta tensão

O alvo do quarto míssil disparado pelo submarino nuclear no Mar do Caribe é um ponto 480 quilômetros acima da Península de Yucatán, no sul do México. O míssil carrega uma ogiva nuclear de 800 quilotons; sua detonação cria uma onda de choque eletromagnético E3A que produz seus efeitos mais severos 3.000 quilômetros ao norte do ponto de detonação.[\[44\]](#)

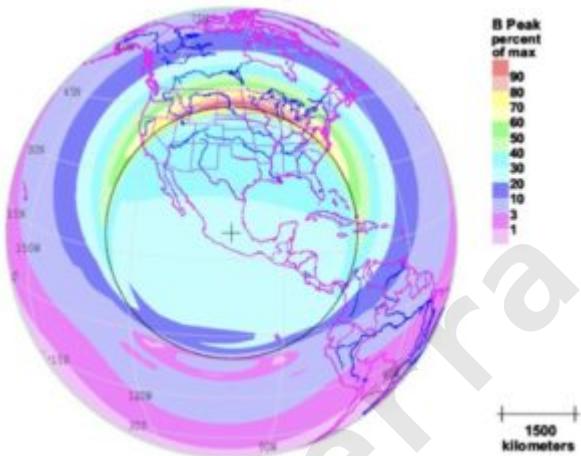


Figura 12: Onda de explosão de pulso E3A de detonação nuclear de alta altitude sobre a América Central; os efeitos mais severos são sentidos na região norte dos EUA, a 3.000 quilômetros ao norte da explosão.[\[45\]](#)

Os fluxos de corrente induzidos pela onda de choque eletromagnético E3A são *muitas vezes mais poderosos* do que aqueles criados pela onda de elevação E3B.[\[46\]](#) Cada estado, da Costa Leste aos estados da Costa Oeste de Washington, Oregon e Califórnia, e do Maine à Flórida e Texas, terão corrente mais do que suficiente dessa única detonação para colapsar toda a rede elétrica dos EUA (Figura 13). A onda de choque eletromagnético E3A fornece um golpe massivo aos LPTs sobreviventes e disjuntores de extra alta tensão nas três redes elétricas dos EUA.

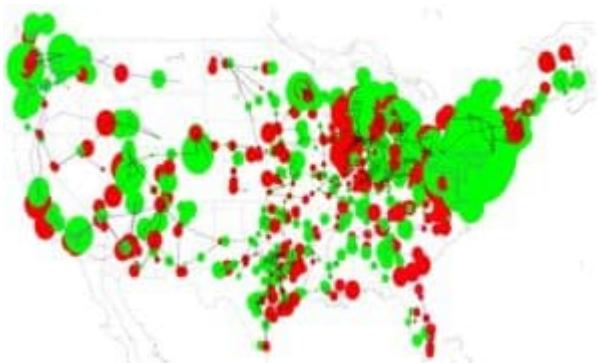


Figura 13: Os efeitos de uma onda de choque eletromagnético E3A de uma detonação nuclear sobre a Península de Yucatán causam o colapso de toda a rede elétrica dos EUA.[\[47\]](#)

Colapso social

É o auge do inverno, no meio de uma grande tempestade de inverno, e a eletricidade não está mais disponível para a maioria dos americanos, que agora se encontram em casas escuras e geladas, onde nada mais funciona. Sem luz, sem água encanada, sem telefone, internet ou TV e, em breve, sem comida. Se seus carros ainda puderem dar partida, eles encontrarão as rodovias bloqueadas por outros carros que foram desativados pela onda E1 inicial. A gasolina não pode mais ser bombeada para fora dos tanques subterrâneos. As entregas de alimentos para as cidades param. As pessoas tentam fugir de regiões que recebem grandes precipitações radioativas que estão a favor do vento a partir de reatores nucleares destruídos e piscinas de combustível usado. A sociedade entra em colapso enquanto milhões de pessoas famintas e desesperadas fazem de tudo para tentar sobreviver.

O presidente de uma comissão do Congresso que investigou os efeitos de um ataque nuclear EMP nos Estados Unidos estimou que a maioria dos americanos não sobreviveria a um ataque EMP que derrubasse as redes elétricas dos EUA e desabilitasse a infraestrutura nacional crítica.[\[48\]](#) Apesar de tais avisos, os Estados Unidos não agiram para proteger suas redes elétricas e infraestrutura nacional crítica - incluindo suas usinas nucleares - dos efeitos do EMP.

Posfácio

Existem tecnologias que poderiam efetivamente proteger a rede elétrica dos EUA da destruição. Da mesma forma, os componentes vulneráveis na infraestrutura nacional crítica dos EUA também podem ser protegidos em um grau significativo do EMP (isso também se aplica aos componentes vulneráveis dos sistemas de emergência de resfriamento de núcleo ativos e dos sistemas de energia de emergência em reatores nucleares). Vários artigos técnicos detalhados explicam como isso pode ser realizado.[\[49\]](#) [\[50\]](#) [\[51\]](#) [\[52\]](#) [\[53\]](#) As estimativas de custos para adicionar esta proteção rondam as dezenas de bilhões de dólares, o que representa uma pequena fração do que os EUA gastam anualmente no seu orçamento de defesa.

Os militares dos EUA agiram há muito tempo para proteger suas armas e sistemas de comunicação do EMP, no entanto, todas as tentativas de obrigar a infraestrutura nacional crítica dos EUA a ser protegida de EMP foram derrotadas. Duas vezes - em 2013 e 2015 - os projetos de lei que exigiam proteção de EMP não chegaram a uma votação final no Congresso porque as concessionárias nucleares e elétricas fizeram lobby contra eles. Sua oposição surgiu da redação dos projetos de lei que exigiam que as concessionárias pagassem pela blindagem.

Consequentemente, ainda não foram tomadas medidas significativas para instalar equipamentos e modificações que protegeriam a rede elétrica nacional dos EUA e a infraestrutura nacional crítica dos EUA contra um EMP.

***Steven Starr** é diretor do Programa de Ciência Laboratorial Clínica da Universidade do Missouri e cientista sênior na Physicians for Social Responsibility. Mantém o site [Nuclear Famine](#). É autor do livro [Nuclear High-Altitude Electromagnetic Pulse](#)

a terra é redonda

Nota: Textos militares russos e chineses de código aberto descrevem armas Super-EMP que criam ondas EMP E1 que são duas a quatro vezes mais poderosas do que as descritas e ilustradas neste artigo.^[54] Se armas Super-EMP forem usadas em um ataque contra os EUA, os efeitos de até mesmo uma onda eletromagnética nuclear de alta altitude podem ser significativamente mais graves do que os descritos neste artigo.

NOTAS

[1] Governo federal dos Estados Unidos, domínio público, via [Wikimedia Commons](#).

[2] U.S. Environmental Protection Agency, "U.S. Electricity Grid and Markets", baixado em 01 de setembro de 2024 de <https://www.epa.gov/green-power-markets/us-electricity-grid-markets>

[3] Gilbert, J., Kappenman, J. e Radasky, W. (2010). "[The Late-Time \(E3\) High-Altitude Electromagnetic Pulse \(HEMP\) and Its Impact on the U.S. Power Grid](#)", Metatech Corporation, Meta R-321, Seção 3.

[4] Imagem extraída de Savage, E., Gilbert, J. e Radasky, W. (2010). "[The Early-Time \(E1\) High-Altitude Electromagnetic Pulse \(HEMP\) and Its Impact on the U.S. Power Grid](#)". Metatech Corporation, Meta R-320, p. 7-20 e p. 2-30.

[5] Este é o pior caso de pulso E1 em um HEMP usado pelos militares em MIL-STD-188-125-1 para uma corrente induzida por E1 de 5,000 amperes em uma linha de transmissão. A impedância característica para uma linha de transmissão é de aproximadamente 400 ohms, deste modo provendo um pior caso para nível de tensão de pico de 2 MV. Op. cit. "The Early-Time (E1) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid", p. 7-3.

[6] Cybersecurity Division of the Cybersecurity and Infrastructure Security Agency, National Coordinating Center for Communications, 05 de fevereiro de 2019. "Electromagnetic Pulse (EMP) Protection and Resilience Guidelines for Critical Infrastructure and Equipment", versão 2.2 NÃO-CLASSIFICADA, p. 29.

[7] Op. cit. "The Early-Time (E1) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid". p. 7-27.

[8] Op. cit. "Electromagnetic Pulse (EMP) Protection and Resilience Guidelines for Critical Infrastructure and Equipment", p. 29.

[9] Ibid. p. 7-25.

[10] [Orient Power Insulators](#), baixado em 19 de setembro de 2024.

[11] Jacobsen, A. (2024). *Nuclear War: A Scenario*. Penguin Random House, pp. 264-267

[12] Imagem extraída de U.S. Nuclear Regulatory Commission. (2023). "[Map of Power Reactor Sites](#)", baixada em 29 de agosto de 2024 de

[13] Clarke, M., (June 2020). "[Battery Backups for Nuclear Power Plants](#)". M.E.T.T.S. Consulting Engineers.

[14] Cook, D., Greene, S., Harrington, R., Hodge, S. e Yue, D. (1981). "Station Blackout at Brown's Ferry Unit One - Accident Sequence Analysis", Oak Ridge National Laboratory, elaborado para a U.S. Nuclear Regulatory Commission, Tabela 9.7.

[15] Três reatores nucleares derreteram na usina Fukushima Daichi depois que um terremoto destruiu as linhas de energia que chegavam à usina e um tsunami subsequentemente destruiu os geradores diesel de emergência que forneciam a fonte primária de energia elétrica de reserva (os bancos de baterias, que fornecem uma fonte secundária de energia elétrica, operam por apenas 8 horas ou menos). Uma vez que toda a energia elétrica fora do local e no local foi perdida, tornou-se impossível bombear água de resfriamento através dos núcleos dos reatores. As temperaturas no núcleo da Unidade 1 atingiram 2.800 °C em seis horas e o núcleo do reator derreteu através do recipiente de contenção de aço em menos de 16 horas. Sample, Ian (29 de março de 2011). "[Japan may have lost race to save nuclear reactor](#)". *The Guardian*. London.

[16] Stuckenbergs, D., Woolsey, J. e DeMaio, D. (agosto de 2019). "Electromagnetic Defense Task Force (EDTF) Report 2.0, LeMay Paper No. 4", [Air University Press](#), Maxwell Air Force Base, Alabama, Apêndice 1, pp. 53.

[17] Alvarez, R. (May 2011). "[Spent Nuclear Fuel Pools in the US: Reducing the Deadly Risks of Storage](#)", Institute for Policy Studies, Washington D.C., p. 1.

a terra é redonda

- [18] Alvarez, R., Beyea, J., Janberg, K., Kang, J., Lyman, E., Macfarlane, A., Thompson, G. e von Hippel, F. (2003). “[Reducing the Hazards from Stored Spent Power-Reactor Fuel in the United States](#)”, Science and Global Security, 11:1-51, p. 2.
- [19] Op. cit. “Spent Nuclear Fuel Pools in the US: Reducing the Deadly Risks of Storage”, p. 1.
- [20] von Hippel, F. e Schoeppner, M. (16 de agosto de 2016). “[Reducing the Danger from Spent Fuel Pools](#)”, Science and Global Security, Princeton University, p. 155.
- [21] Os relés de estado sólido são particularmente vulneráveis ao pulso E1 (eles basicamente substituíram os relés eletromecânicos mais antigos) e constituem a maioria dos relés em subestações de extra alta tensão.
- [22] Os relés detectam correntes e sobrecargas anormais e iniciam ações de proteção para proteger o sistema elétrico contra danos. Os tipos de relés incluem relés de proteção de transformador (que monitoram sobrecorrente, sobretensão e anormalidades de temperatura) e relés diferenciais, que agem para proteger transformadores contra falhas internas.
- [23] Sistemas de controle de estado sólido também terão sido danificados em alguns disjuntores de extra alta tensão.
- [24] Gilbert, J., Kappenman, J. e Radasky, W. (2010). “[The Late-Time \(E3\) High-Altitude Electromagnetic Pulse \(HEMP\) and Its Impact on the U.S. Power Grid](#)”, Metatech Corporation, Meta R-321, p. 4-2.
- [25] Op. cit. “The Early-Time (E1) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid”. p. 7-20.
- [26] Muitos LPTs estão no fim de sua expectativa de vida; há dez anos, a idade média dos LPTs instalados nos Estados Unidos era de 38 a 40 anos, com 70% dos LPTs tendo 25 anos ou mais. U.S. Department of Energy, Office of Electricity Delivery and Energy Reliability. (abril de 2014). “[Large Power Transformers and the U.S. Electric Grid](#)”, p. v.
- [27] U.S.-Canada Power System Outage Task Force. (abril de 2004). “U.S.-Canada Power System Outage Task Force, Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations”, Figure 2.1, p. 5.
- [28] Capacitores em série são comumente usados na rede elétrica do Oeste e são menos comuns nas redes elétricas do Leste e do Texas.
- [29] Baker, G., Webb, I., Burkes, K. e Cordaro, J. (2021). “[Large Transformer Criticality, Threats, and Opportunities](#)”, Journal of Critical Infrastructure Policy, Volume 2, Número 2.
- [30] Op. Cit. “The Late-Time (E3) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid”, p. 7-34.
- [31] Over the Horizon. (27 de agosto de 2019). “[Electromagnetic Pulse Threats to America's Electric Grid: Counterpoints to Electric Power Research Institute Positions](#)”, U.S. Air Force Air University Foundation, baixado em 16 de setembro de 2024.
- [32] Op. Cit. “The Late-Time (E3) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid”, p. 3-2.
- [33] Ibid, p. 3-7.
- [34] Ibid. p. 3-12.
- [35] Ibid. p. 3-9.
- [36] Estes são LPTs monofásicos.
- [37] Omega Morgan, “[Going Heavy for a Transformer Transport Near Portland, Oregon](#)”, baixado em 11 de setembro de 2024.
- [38] Enrolamentos capazes de suportar até 3.000 amperes de corrente alternada podem ser destruídos por correntes contínuas geomagnéticas de apenas cerca de 300 amperes. Ver Tennessee Valley Authority, (December 2010). “[Initial Review of Extreme Geomagnetic Storms to TVA Operations: Findings and Recommendations](#)”, p. 5.
- [39] Op. cit., “The Late-Time (E3) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid”, p. 5-1.
- [40] Há aproximadamente 5.000 disjuntores de extra alta tensão de 345 kV ou mais operando nos EUA; ver Gilbert, J.,

a terra é redonda

Kappenman, J. e Radasky, W. (2010). "[The Late-Time \(E3\) High-Altitude Electromagnetic Pulse \(HEMP\) and Its Impact on the U.S. Power Grid](#)", Metatech Corporation, Meta R-321. p. 4-2.

[41] Colthorpe, A. (21 de setembro de 2023). "[Lithium Supply Chain Much Improved but transformers and other components a headache for BESS industry](#)", Energy Storage News.

[42] Os LPTs pesam cada um entre 200 e 400 toneladas e precisam ser enviados por via marítima, e movê-los para seus destinos finais é bastante difícil. LPTs não podem ser movidos por ferrovias (100 toneladas é o limite de peso normal para transporte por trem). LPTs geralmente são muito pesados para cruzar pontes; semáforos e linhas de energia devem ser movidos para que eles passem. Mesmo em circunstâncias normais, este é um processo complexo, e tentar movê-los em circunstâncias pós-apocalípticas — através dos EUA após um ano sem energia elétrica — pode mostrar-se praticamente impossível.

[43] Jacobs, K., Barr, A., Chopra, S. e Boucher, B. (April 2, 2024). "[Supply shortages and an inflexible market give rise to high power transformer lead times](#)", Wood Mackenzie.

[44] Existem duas formas de ondas E3 em um EMP: a onda de elevação E3B, que irradia das áreas da detonação nuclear, e a onda de choque eletromagnético E3A, que cria seus efeitos mais destrutivos bem ao norte da explosão nuclear; seus efeitos na rede elétrica são mais sérios durante as horas mais escuras da noite.

[45] Op. cit. "The Late-Time (E3) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid", p. 2-4.

[46] Ibid. p. 3-13.

[47] Ibid. p. 3-16.

[48] Graham, Dr. William R., Chairman, Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack. (10 de julho de 2008). "[THREAT POSED BY ELECTROMAGNETIC PULSE \(EMP\) ATTACK](#)", COMMITTEE ON ARMED SERVICES, HOUSE OF REPRESENTATIVES, ONE HUNDRED TENTH CONGRESS.

[49] Kappenman, J. (janeiro de 2010), "[Low-Frequency Protection Concepts for the Electric Power Grid: Geomagnetically Induced Current \(GIC\) and E3 HEMP Mitigation](#)", Metatech Corporation, Meta-R-322.

[50] The Foundation for Resilient Societies. (setembro de 2020) "[Estimating the Cost of Protecting the U.S. Electric Grid from Electromagnetic Pulse.](#)"

[51] International Electrotechnical Commission. (17 de maio de 2017). "[Electromagnetic compatibility \(EMC\) - Partes 5-10: Installation and mitigation guidelines - Guidance on the protection of facilities against HEMP and IEMI](#)".

[52] Radasky, W. (31 de outubro de 2018). "Protecting Industry from HEMP and IEMI", In [Compliance Magazine](#).

[53] Radasky, W. e Savage, E. (janeiro de 2010). "[High-Frequency Protection Concepts for the Electric Power Grid](#)", Metatech Corp, Meta-R-324.

[54] Vaschenko, A. (01 de novembro de 2006). "Russia: Nuclear Response to America Is Possible Using Super-EMP Factor", "A Nuclear Response To America Is Possible," Zavtra, Zhao Meng, Da Xinyu e Zhang Yapu, (01 de maio de 2014). "Overview of Electromagnetic Pulse Weapons and Protection Techniques Against Them" Winged Missiles (PRC Air Force Engineering University; Vaschenko, A. e Belous, V. (13 de abril 13 de 2007); "Preparing for the Second Coming of „Star Wars”, Nezavisimoye Voyennoye Obozreniye traduzido em: Russia Considers Missile Defense Response Options CEP20070413330003

A Terra é Redonda existe graças aos nossos leitores e apoiadores.

Ajude-nos a manter esta ideia.

[CONTRIBUA](#)