



Grupo de Estudo de Sistemas de Informação e Telecomunicação para Sistemas Elétricos-GTL

REGER 1.5: migração do REGER para uma plataforma hiperconvergente

DIOGO PEREIRA MARQUES CRUZ(1); DEMETRIUS MENDONCA DA SILVA(1); BRUNO HENRIQUE FERREIRA(1); GERALDO PINTO RIBEIRO(1); CRISTIAN TATSURO KOGACHI(1); PHILADELPHO AZEVEDO NETO(2); AYRU LEAL DE OLIVEIRA FILHO(2); ALESSANDRO LUIZ DE OLIVEIRA(3); JOAO ROBERTO STRAPASSON(3); ONS(1);CEPEL(2);Siemens (3);

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo descrever o processo de evolução do REGER para a entrada em um novo ciclo de vida, as atividades e dificuldades enfrentadas, e a estratégia utilizada para minimizar os impactos na operação do sistema interligado nacional (SIN). Como parte desta evolução, avaliou-se a utilização de plataforma hiperconvergente, termo utilizado para classificar arquiteturas totalmente virtualizadas e distribuídas, tendo-se concluído pela sua adequação e economicidade.

PALAVRAS-CHAVE

REGER, Evergreen, Virtualização, Hiperconvergência, evolução

1.0 - INTRODUÇÃO

A operação do Sistema Interligado Nacional (SIN) pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é suportada por uma Rede de Gerenciamento de Energia (REGER) composta de quatro Sistemas de Supervisão e Controle (SSC). Sobre esta Rede implementam-se quatro centros regionais COSR (Sul, Sudeste, Nordeste e Norte/Centro-Oeste) e o Centro Nacional de Operação do Sistema – CNOS.

O REGER [1] foi licitado através de uma concorrência a nível mundial em 2009, vencida pelo Consórcio Siemens-Cepel (CSC) com uma composição baseada no sistema EMS/SCADA SAGE do Cepel e a ferramenta de gerência de bases IMM da Siemens. Após as fases de desenvolvimento e testes, o sistema entrou em operação no ONS no início de 2013. O ciclo de vida do REGER foi concebido com parte de um plano diretor que planejou a execução de 3 ciclos de 5 anos para o sistema, com renovações totais de hardware e software ao fim de cada ciclo. O principal objetivo da renovação em ciclos foi mitigar o risco de obsolescência do SSC e/ou evitar eventuais insuficiências no atendimento às necessidades das equipes de operação no enfrentamento dos desafios associados à evolução de um sistema elétrico cada vez mais complexo.

O ONS decidiu, em 2016, aprofundar o planejamento do plano diretor sobre a renovação a ser realizada para o Ciclo 2 do REGER. O hardware do atual sistema foi adquirido junto à assinatura do contrato, em 2009, e está próximo do final da sua vida útil. Diferentemente do hardware, os softwares do REGER não possuem a mesma limitação e podem ser utilizados por um período maior em virtude do plano de atualizações continuadas previsto no programa de atualização contínua de software denominado Evergreen do REGER. Através deste programa, novas funcionalidades são agregadas ao sistema continuamente, garantido sua adequabilidadeadequabilidade às necessidades do ONS ao longo do tempo.

Desta forma, ficou evidente que a premência da substituição do hardware estava descompassada com as

necessidades de evolução do software, o que levou a estratégia, de desacoplar a evolução do hardware e as evoluções das aplicações. A evolução do hardware para o Ciclo 2 foi nomeada de REGER 1.5.

A necessidade da evolução do hardware aliada ao crescente uso de técnicas de virtualização, especialmente em ambientes corporativos, levou a equipe técnica do ONS e do Consórcio SIEMENS-CEPEL (CSC) a iniciar a realização de um workshop com os principais fabricantes de hardware e provedores de plataformas de virtualização. A conclusão deste workshop resultou na necessidade de uma Prova de Conceito (PoC, proof of concept) para avaliação do comportamento do REGER nesta nova infraestrutura virtualizada. Nesta plataforma de avaliação, todos os softwares diretamente relacionados ao sistema de gerenciamento de energia (SAGE, CEPEL), sistema de gerenciamento de base de dados global (IMM, Siemens), sistema de gerenciamento de base histórica (PI, Osisoft) e demais softwares de suporte foram configurados de modo a abranger toda a funcionalidade de um SSC. Na PoC os requisitos de performance e disponibilidade característicos de um sistema crítico de tempo real foram verificados e provou-se a flexibilidade e expansão requeridos para atender as demandas atuais e futuras do sistema elétrico.

O objetivo do presente trabalho é descrever a metodologia que foi utilizada para planejar a evolução dos SSCs de uma plataforma convencional com hardwares dedicados para uma plataforma virtualizada hiperconvergente em todos os ambientes de produção, as vantagens e desvantagens desta mudança tecnológica, as mudanças necessárias na arquitetura do sistema e a arquitetura final.

2.0 - EVOLUÇÃO DA PLATAFORMA DE HARDWARE

2.1 Plataforma de Hardware do Ciclo 1

Para entender a evolução que foi realizada na plataforma de hardware do REGER, é importante entender quais os critérios e soluções que foram utilizadas no ciclo 1.

A plataforma de hardware do REGER Ciclo 1 foi adquirida logo após a assinatura do contrato em junho de 2009 com uma tecnologia recém lançada na época, utilizando a arquitetura de Blades da HP. Ao mesmo tempo em que esta tecnologia trouxe uma dificuldade extra à implantação da plataforma devido à utilização de uma nova arquitetura, também possibilitou alguns ganhos relacionados à redundância de equipamentos e facilidade de manutenção que foram muito úteis durante todo o ciclo de vida do REGER, além de ganhos secundários como menor utilização de espaço no rack e uso de energia.

O sistema em operação utilizou servidores dedicados para todo o ambiente de produção e homologação. Algumas aplicações pontuais de soluções de virtualização foram utilizadas apenas para ambientes de desenvolvimento.

O sistema foi especificado e fornecido com métricas de performance que estabeleciam os cenários de utilização do sistema de regime permanente e alta atividade. Para cada cenário, foram especificados o número de usuários, pontos analógicos e digitais e suas variações, número de telas e tempo de abertura, número de alarmes e atualização, execução de determinadas aplicações e sua frequência e parâmetros que permitissem uma simulação do sistema próxima do real, etc. Para cada cenário, foram determinadas as métricas máximas de utilização do hardware: máxima utilização da capacidade de processamento, utilização máxima da memória RAM, utilização máxima da capacidade de disco e utilização dos recursos de rede.

A partir destes cenários, foram realizados os testes de desempenho e performance de forma a garantir o funcionamento do REGER desde o início da operação até o final do Ciclo 1 com suas previsões de expansão de base de dados, denominada ultimate. Ao final dos testes, a capacidade de processamento foi dobrada.

A arquitetura montada concluiu com a aquisição de 33 servidores blades inseridos em três enclosures separados por ambiente, 01 storage HP EVA e equipamentos de rede da Cisco.

Todos os critérios utilizados, foram essenciais para o bom funcionamento do sistema ao longo de 6 anos de utilização, e o adicional de capacidade de hardware entregue no início de sua operação foi sendo consumido dada as manutenções evolutivas, tais como atualizações de segurança, novas versões de aplicações e com a própria evolução do sistema elétrico brasileiro dado o aumento do número de equipamentos que são monitorados pelo ONS.

Estes critérios determinísticos foram utilizados para dimensionamento da carga computacional e da plataforma de hardware do Ciclo 1. Diferentemente, as características de incertezas da evolução do sistema elétrico brasileiro e a obrigação da renovação da plataforma de hardware, impuseram ao projeto uma maior flexibilidade ao dimensionamento da plataforma para o segundo ciclo. A solução para a renovação do hardware deveria ser capaz de suportar as atuais funcionalidades do REGER e, idealmente, ter características que permitam o ajuste de sua capacidade de processamento de forma a acomodar a implantação do Ciclo 2 e a evolução do sistema elétrico brasileiro.

2.2 Workshop de hardware e virtualização

Diante do cenário exposto, entre agosto a outubro de 2016, o ONS promoveu um workshop interno para conhecer junto aos principais fornecedores de tecnologia de hardware e virtualização quais as soluções disponíveis no mercado, o que havia evoluído, e conhecer cases de sucesso de cada fabricante, visando o aprofundamento da análise quanto às soluções tecnológicas que poderiam ser aplicadas na renovação de hardware do REGER. Este workshop contou com a participação dos principais fabricantes, e as equipes técnicas de prospecção, operação e manutenção dos sistemas de supervisão e controle do ONS, equipe de TI corporativa do ONS, da equipe técnica do Consórcio Siemens/CEPEL (CSC) responsáveis pela implantação, e manutenção do Sistema REGER.

O Workshop iniciou com apresentação da equipe de TI corporativa apresentando sua estrutura do parque atual de hardware, processos de operação e manutenção e estratégia adotada para evolução da infraestrutura atual. A TI corporativa havia passado por um processo similar de evolução no ano de 2012 que adotou uma solução de virtualização de todo o hardware utilizando os softwares da VMware disponíveis na época.

Após este primeiro dia, foi realizado um encontro de 3 horas com cada fornecedor para conhecer as últimas tecnologias disponíveis que poderiam ser adequadas para um sistema de supervisão e controle. Foram apresentadas soluções modulares, soluções de blades, multinodes, soluções convergentes e hiperconvergentes, soluções de nuvem privadas e nuvem híbridas que cada fabricante disponibilizava e que estavam apostando como a solução para os próximos 5 anos.

A seção a seguir descreve de forma sucinta as principais diferenças entre cada solução apresentada.

2.2.1..Terminologia e Tecnologia

Infraestrutura Convergente: Com a disseminação das vantagens da virtualização, algumas empresas especialistas em soluções de desenvolvimento de redes de dados passaram a oferecer um “único pacote”, em que tecnologia em segurança e rede, storages, servidores, switches, roteadores eram entregues de forma customizada às organizações, eliminando o imenso esforço corporativo na construção de uma infraestrutura para um datacenter.

Infraestrutura Hiperconvergente: Une numa mesma plataforma os mesmos recursos de hardware da convergência, com a diferença de que são compartilhados e definidos por software, através de uma interface de gestão comum. Existem vários estágios para se atingir uma hiperconvergência plena em que todos os recursos de infraestrutura são entregues como serviço. Minimamente uma infraestrutura dotada de virtualização com gerenciamento integrado dos recursos de computação e armazenamento já pode ser considerada hiperconvergente.

A hiperconvergência foi a tecnologia comum entre os fornecedores como última palavra para promover a agilidade, escalabilidade e simplicidade na TI com redução de custos nos datacenters.

Nuvens públicas (Public Cloud): é uma infraestrutura de computação que utiliza um ambiente contratado de uma empresa terceira com um certo nível de isolamento dos demais recursos de outras organizações clientes desta infraestrutura. Os principais benefícios desta abordagem estão na escalabilidade, provisionamento instantâneo, recursos virtualizados, minimização de custos próprios para operação e manutenção de um datacenter, bem como minimização de custos com aquisição da infraestrutura. Exemplos de fornecedores são: Amazon Web Services que possui o serviço Amazon Virtual Private Cloud, o Microsoft Cloud Azure, etc.

Nuvens privadas (Private Cloud, internal cloud ou corporate cloud): é uma infraestrutura de computação que entrega vantagens similares às nuvens públicas, contudo com recursos próprios. A infraestrutura está situada no datacenter da empresa (on-premise).

Nuvens híbridas (Hybrid Cloud): é um ambiente de computação em nuvem que mistura um ambiente on-premises, private cloud, com uma infraestrutura de terceiras, public cloud. A grande vantagem desta abordagem é a possibilidade de movimentação entre ambientes dando maior flexibilidade e opções de entrega de dados e serviços.

Infrastructure as a Service (IaaS): serviços online que fornecem de forma abstrata recursos de processamento, discos, escalabilidade, segurança, backup, entre outros serviços disponíveis em um datacenter.

É importante salientar as soluções de nuvem pública e híbrida possuem uma alta dependência de redes WAN para seu funcionamento pleno, além de validação dos requisitos de segurança exigidos dada a criticidade da operação do SIN nos datacenters de provedores deste tipo de solução.

2.2.1..Conclusões do Workshop

Sobre a virtualização, as principais conclusões obtidas neste processo foram as constatações de que, na época, esta tecnologia já representava um padrão de mercado, e que seria essencial para a nova arquitetura do sistema, dadas as características de flexibilidade exigidas para o REGER Ciclo 2 e intrínsecas da solução como:

- Maior flexibilidade com menor tempo de provisionamento;
- Possibilidade de atender demandas não previstas, causadas por eventual evolução intempestiva da operação do sistema elétrico;
- Maiores níveis de disponibilidade, função da introdução de uma nova camada de redundância no sistema;
- Novas técnicas de contingenciamento dos serviços que garantem os níveis de segurança exigidos mesmo com a perda de servidores físicos;
- Menor custo de operação e manutenção da plataforma com a diminuição de equipamentos, utilização de interfaces únicas e diminuição de atendimento fora do horário comercial;
- Menor custo total da plataforma, visto o ajuste de recursos das aplicações em operação.

Dentre as tecnologias apresentadas, a hiperconvergência foi o perfil mais adequado de arquitetura para o ciclo 1.5 oferecendo uma infraestrutura de TI monitorada, completa e virtualizada. A adoção da virtualização da camada de storage traz uma vantagem operacional da manutenção na mesma plataforma que os servidores e acredita-se que tenha uma maior segurança no sistema, visto que as experiências com manutenção no sistema atual em storage demandaram mais tempo do que o esperado. A virtualização da camada de rede possibilita uma adoção de novas técnicas, como microsegregações e antivírus otimizados apenas na máquina física, que garantem maior performance e segurança da rede. Bem como introduzem flexibilidade em alterações de rede sem a necessidade de eventuais passagens de cabos.

Contudo, a definição de qual deveria ser o nível de virtualização a ser adotado, ou seja, o nível da hiperconvergência, dependeria de avaliações e testes de performance e desempenho.

Com relação ao hardware, não foi identificado nenhum requisito técnico específico ou diferença competitiva entre os fabricantes de hardware que justificasse uma tendência para quaisquer das tecnologias apresentadas. Desta forma, a solução seria determinada no ambiente licitatório com os requisitos desenvolvidos pelo ONS em conjunto com o CSC e Osisoft.

Já a solução de computação na nuvem não seria uma solução atraente dada a criticidade e as características de segurança e disponibilidade exigidas para a operação de sistemas elétricos. Contudo a solução final deveria ser flexível para uma possível evolução tecnológica que possibilite minimização de custos mantendo a segurança necessária aos dados e ao sistema e supervisão e controle.

2.3 Prova de Conceito (PoC)

A prova de conceito foi realizada entre setembro e novembro de 2017. Para a montagem da prova de conceito foi adquirida uma plataforma simplificada com 03 servidores físicos convencionais com baixo valor de investimento e capacidade mínima para simulação de um ambiente de produção de um SSC por completo. Os demais SSCs do ONS foram simulados em 08 workstations. Adicionalmente, um equipamento de rede com capacidade de 10Gb foi utilizado como suporte para a instalação do ambiente hiperconvergente.

De forma geral, os principais pontos que puderam ser testados na arquitetura montada para a Prova de Conceito foram:

- Os servidores utilizados possuem solução híbrida de disco, cada um com 2 discos de 200GB de SSD e 2 discos SAS separados em 2 disk groups, 24 núcleos de processamento, 384GB de memória RAM e placa de rede de 10Gb para permitir a simulação do Storage virtualizado;
- Foi simulado 01 SSC com uma arquitetura hiperconvergente nos 03 servidores convencionais. Os demais 03 SSCs foram simulados de forma simplificada utilizando workstations adicionais semelhantes às utilizadas na sala de controle também em ambiente virtualizado;
- Foram utilizados ao todo 36 servidores virtuais em 03 hosts físicos e 8 workstations;
- Foram criadas 5 redes virtuais, com o roteamento realizado pela aplicação de virtualização de rede;
- O hypervisor foi instalado em um disco específico diferente dos discos do storage virtualizado para evitar conflito;

- Os testes foram realizados em conjunto com outra Prova de Conceito que estava testando uma solução de appliance de Firewall, o que permitiu fazer a segregação dos ambientes de SSCs e avaliar tanto a utilização do software de virtualização de rede como gateway como o próprio firewall;
- Foram realizados testes de funcionalidades gerais das aplicações do SAGE, IMM, PI e Organon, repetindo alguns testes que foram realizados durante os Testes de Aceitação de Campo, de forma a observar seu correto funcionamento da nova plataforma;
- Foram realizados testes de estabilidade, performance e disponibilidade das aplicações considerando o uso das funcionalidades disponíveis na plataforma virtualizada como: moving, Fault Tolerance, High Availability, diferentes níveis de Storage Policies, etc.
- Os testes de performance, quando comparados com o ambiente em produção, apresentaram melhores resultados, inclusive que redução bastante significativa na geração de base;
- Os testes com a virtualização do ambiente de rede (Roteadores e Firewalls virtuais) não apresentaram a disponibilidade necessária para as aplicações que foram testadas. Considerando-se os custos e riscos adicionais ao ambiente, esta foi uma solução descartada durante a Prova de Conceito;
- ONS e CSC aprofundaram seu conhecimento na nova tecnologia de forma a propor melhorias na arquitetura atual e possibilitar a definição e especificação do novo ambiente.

Em paralelo aos testes, foi realizada uma monitoração, utilizando-se uma ferramenta específica no SSC de Brasília, durante um mês de funcionamento a fim de verificar a real utilização de capacidade de hardware. Com esta aferição e a experiência da operação e manutenção do sistema, foi possível determinar os gargalos e as expansões necessárias na capacidade de hardware e a definição da nova arquitetura.

A principal conclusão da PoC foi que o sistema funcionava adequadamente com a arquitetura hiperconvergente (virtualização de hardware e storage, e simplificação da solução de rede), seja pelos fatores de performance, flexibilidade e disponibilidade do sistema, seja pela redução de custos totais associados, e que era possível continuar com a mudança de arquitetura para atendimento aos requisitos de flexibilidades exigidos pelo Ciclo 2 do REGER.

2.4 Arquitetura do REGER 1.5 e evoluções

Com a conclusão da PoC e os resultados das medições realizadas no ambiente em produção, foi iniciado o desenho da arquitetura final do sistema. Este trabalho foi apoiado pelo Consórcio Siemens CEPTEL (CSC) e posteriormente avaliado pelo fabricante da virtualização para utilização das melhores práticas na montagem da arquitetura.

A nova arquitetura saiu de 33 servidores Blades dedicados no primeiro Ciclo para uma solução com apenas 08 servidores, menos de ¼ dos equipamentos da arquitetura original. Para a definição do número de servidores, além da nova arquitetura e da capacidade de hardware dimensionada, foi levado em conta a distribuição de máquinas virtuais com funções concorrentes em diferentes servidores físicos de forma que a perda de um servidor não implicasse em perdas múltiplas da mesma função. Foram estabelecidas regras de afinidade que inibissem tal comportamento.

Apesar desta redução, a nova plataforma apresenta um aumento expressivo em termos de capacidade computacional e de armazenamento em função, principalmente, do abismo tecnológico de 9 anos desde a aquisição do hardware do primeiro ciclo até a evolução para nova arquitetura. Ver figura 1 a diferença de capacidade:

Sistema	Item	Valor	Sistema	Item	Valor
REGER 1.0	Disco	15 TB	REGER 1.5	Disco	64 TB
	CPU peak	142 GHz		CPU peak	570 GHz
	Core	173		Core	224
	RAM	260 GB		RAM	640 GB

FIGURA 1 – Diferença da capacidade de hardware

As principais mudanças funcionais realizadas no sistema devido à arquitetura virtualizada foram:

- Substituição de Clusters de sistema operacional, tanto Windows quanto Linux, por funções de redundância da Vmware. Na maioria dos casos foi utilizada a função HA (High Availability) que, na perda de uma máquina física,

inicia a máquina virtual em um servidor físico secundário. Para as funções mais críticas, que exigem um menor tempo de downtime, foi utilizada a função FT (Fault Tolerance), em que o servidor fica operacional quase que instantaneamente em um servidor físico secundário num evento de falha.

- Aproveitando a revisão geral da arquitetura do sistema, toda a evolução observada nas aplicações durante o período de operação do Ciclo 1 e que foram represadas pela necessidade de investimento em hardware, foram revistas de forma a disponibilizar a nova funcionalidade que agregasse valor à operação.
- Adição de um ambiente de desenvolvimento ao REGER para separar do ambiente de homologação e testes de novas funcionalidades.
- Atualização de sistemas operacionais e aplicações para a última versão disponível. Mesmo os softwares fornecidos por Siemens, CEPTEL e Osisoft sofreram atualizações frente à versão em produção.
- Adição de funcionalidades de backup e monitoração do ambiente para o ambiente virtual.
- Aumento da segregação de rede para determinadas funcionalidades que possuem diferentes usuários finais.
- Aumento para um número de 68 servidores virtuais.
- Administração centralizada da plataforma como um todo para os quatro SSCs.
- Incorporação dos silos de funcionalidades que não estavam na arquitetura original do REGER de forma a centralizar a administração de todos os ambientes.
- Flexibilidade no redimensionamento da plataforma para evitar futuros gargalos e absorver novas funcionalidades.
- Alinhamento com o Plano Diretor Preliminar do REGER Ciclo 2 e com a arquitetura do novo sistema de Medição Sincrofásica adquirido pelo ONS em licitação à parte.
- Incorporação da plataforma de antivírus, que também já havia sido virtualizada, criando nos ambientes 2 clusters independentes, sendo um cluster denominado REGER que mantém os principais processos do SSC e outro cluster denominado Windows, composto dos servidores da plataforma de antivírus que passou a abrigar também outros servidores secundários e dando uma maior flexibilidade ao ambiente do REGER 1.5.
- Por questões de confiabilidade e segurança, os servidores que formam o cluster dos Firewalls, 1 AD (Active Directory) e 1 servidor de gerência dos firewalls não foram virtualizados, provendo assim um ambiente isolado para gerenciamento e suporte da plataforma em casos de falhas.

2.5 Estratégia do processo de evolução de das novas aquisições de hardware e software

O primeiro ciclo substituiu todos os sistemas de supervisão e controle de diferentes fabricantes que eram utilizados nos centros de operação do ONS e que estavam de certa forma obsoletos, apresentando limitações, diminuição da disponibilidade e com um aumento do custo de manutenção. Como era a implantação de um novo sistema com alta taxa de desenvolvimento e customizações necessárias para atender às necessidades especificadas no Plano Diretor, o ONS optou pela estratégia de fazer uma licitação “turn key” onde o ganhador do certame fosse o responsável pela entrega tanto do hardware e software de terceiros quanto dos serviços e desenvolvimentos específicos da plataforma. Esta estratégia minimizava os riscos ao ONS de aditivos, contudo apresenta custos adicionais de administração e bitributação para entrega de todos os ativos ao ONS.

Com o segundo ciclo, a confiança no funcionamento do sistema e no atendimento das necessidades da operação, permitiram ao ONS reavaliar a estratégia utilizada de forma a minimizar os custos de aquisição da plataforma.

Algumas premissas foram utilizadas com este sentido:

- O processo de licitação foi realizado diretamente pelo ONS de forma a evitar bitributação e custos adicionais de administração;
- A máxima reutilização de licenças adquiridas no ciclo 1, mantidas com software assurance atualizados de forma a minimizar a necessidade de novas aquisições. Durante todo o período de operação, foram observadas algumas mudanças de política de licenciamento de alguns fabricantes que obrigaram a realização de uma engenharia de licenciamento e até revisões na arquitetura da nova plataforma de forma a viabilizar a aquisição do novo sistema. Neste processo, algumas funcionalidades foram revistas para evitar altos custos que não trariam benefícios à operação;
- Aquisição de produtos (software e hardware) de prateleira de forma a permitir licitações de menor valor

comercial com um número mínimo de concorrentes e realizadas de forma única para os quatro SSCs. Este processo possibilitou ao ONS negociações de valores e aumento de escopo de funcionalidades onde era vantajoso;

- Pareamento com contratos já vigentes entre ONS e fornecedores para o ambiente corporativo de forma a minimizar custos.

Quando comparado ao Ciclo 1, estas premissas permitiram uma otimização de 20% do custo mesmo com o incremento de funcionalidades, performance e disponibilidade da plataforma.

Esta estratégia foi possível principalmente pela definição de um Plano Diretor no início da operação de longo prazo (15 anos) com uma visão holística das necessidades da operação e com um roadmap de manutenção e evolução (evergreen) do sistema que inibisse sua obsolescência e aumento de custos totais.

Caso o ONS optasse por um novo processo de licitação do sistema como um todo, seria necessário realizar reinvestimentos relacionados ao treinamento e adaptação da equipe à nova tecnologia e possivelmente os custos de implantação da nova plataforma seriam maiores devido ao não reaproveitamento de algumas licenças utilizadas no primeiro ciclo. Adicionalmente, considerando o risco ao atendimento dos requisitos e funcionalidades de um sistema tão complexo quanto o REGER, a satisfação e atendimento da maioria das necessidades da operação e o bom relacionamento com os fornecedores da solução atual, levaram o ONS a optar pela evolução para o segundo ciclo do REGER e não pelo início de um novo processo.

Os principais processos de licitação para a nova infraestrutura foram realizados durante o ano de 2018 para possibilitar o início da implantação do primeiro SSC em setembro de 2018.

2.6 Testes e implementação do REGER 1.5

O ONS e CSC decidiram utilizar a mesma sequência de implantação dos SSCs realizadas no ciclo 1 dada a distribuição de suas equipes técnicas e para evitar riscos ao sistema que possui maior utilização, BSB. A sequência definida foram os SSCs do Rio de Janeiro (RIO), Brasília (BSB), Recife (REC) e Florianópolis (FLN), implantando-se um sistema por vez e fazendo-se uso da funcionalidade de contingenciamento do REGER.

Para garantir a utilização das versões mais atualizadas de softwares, a implantação do sistema não foi uma migração do atual sistema para uma nova plataforma, mas sim, a reinstalação de todo o ambiente. As funcionalidades da plataforma virtualizada facilitaram bastante este trabalho, dado que foram criadas poucas máquinas com características comuns, sendo estas clonadas para montagem da arquitetura final, obrigando apenas configurações específicas de cada servidor virtual. Com isto, o prazo de instalação de toda a plataforma até o início dos testes de campo (SAT) foi menor que o observado no primeiro ciclo.

A gama de testes concentrou-se em repetir alguns testes das funcionalidades mais críticas para avaliar a qualidade da instalação e configuração da plataforma. Foram mais extensos os testes das novas funcionalidades e os testes de performance, desempenho e estabilidade da plataforma como um todo.

Foram realizados testes entre SSC 1.5 e SSC 1.0 para garantir que as evoluções de software incluídas na nova arquitetura não atrapalhariam a compatibilidade entre eles.

A realização dos testes e a simulação das principais funções durante a PoC minimizaram os riscos de mau funcionamento e falta de performance da nova plataforma, contudo nunca seria possível a eliminação de todos os riscos por completo. Após quase um ano entre a realização da PoC e implantação do sistema definitivo, o hardware adquirido não era o mesmo e as versões de sistemas operacionais, hypervisors e firmwares também eram diferentes. E foram nestas diferenças que alguns problemas de performance foram observados.

Alguns tunnings e atualizações tiveram que ser realizados diretamente com os fornecedores originais de forma a manter a estabilidade e performance necessária para o início da operação do sistema, principalmente devido a inconsistências de funcionalidades entre as múltiplas soluções envolvidas. Estes ajustes custaram o curto tempo adicional ao projeto para garantir que a plataforma estava aderente aos requisitos de um sistema de supervisão e controle e mostrou a obrigatoriedade do suporte direto do fabricante original de cada solução.

Ao final, o SSC-RIO 1.5 estava pronto ao final de janeiro de 2019 para entrar em operação paralela com o SSC-RIO 1.0.

2.7 Testes e implementação do REGER 1.5

O principal desafio da migração foi o de preservar a operação de 3 SSCs, (BSB, REC e FLN), ainda com a versão REGER 1.0, e 1 SSCs (RIO) com a versão de REGER 1.5, de modo simultâneo, sem detrimento da operação

normal e ainda mantendo o SSC-RIO 1.0 em operação paralelo, de modo a possibilitar uma eventual volta caso ocorresse algum problema.

Para permitir esta migração, foi elaborado um plano minucioso com o passo-a-passo de cada atividade que precisaria ser realizada para entrada em operação paralela, desde as inúmeras atividades de mudança de roteamento e acesso de rede, até as últimas configurações de aplicações e testes de conexões com agentes que não poderiam ser realizados previamente.

Durante uma semana, este plano foi colocado em prática. Esta migração sem descontinuidade só foi possível graças às funções de contingenciamento do REGER, que permitiram a realização das seguintes atividades:

- Migrar a operação do Centro de Operação e Supervisão Regional Sudeste (COSR-SE) apoiada pelo SSC-RIO, para o SSC-BSB;
- Reconfigurações de roteamento e redes para migrar a comunicação dos demais sites e do ambiente corporativo do SSC-RIO 1.0 para SSC-RIO 1.5;
- Configuração de acesso entre SSC-RIO 1.0 e SSC-RIO 1.5 para permitir a sincronização das diversas bases de dados;
- Configuração de comunicação entre o SSC-RIO 1.5 e os ambientes externos;
- Testes de conexão com os supervisórios dos agentes utilizando todos os protocolos disponíveis;
- Migração das consoles dos operadores para o novo ambiente sem indisponibilidade;
- Conexão e sincronização do SSC-RIO 1.5 com os demais SSCs 1.0;
- Testes de contingenciamento de todos os cenários possíveis que envolvessem ativos do SSC-RIO 1.5 para garantir o perfeito funcionamento em caso de uma real contingência;
- Paralelização do SSC-RIO 1.5 e SSC-RIO 1.0 com sincronização de dados em tempo real utilizando protocolos de sincronização do SAGE;
- Retorno da operação do Centro de Operação e Supervisão Regional Sudeste (COSR-SE) que estava contingenciada pelo SSC-BSB para o SSC-RIO com o REGER 1.5 agora em produção;
- Início da operação paralelo em fevereiro de 2019.

Após o início da operação paralela, iniciou-se o teste de disponibilidade do REGER de 720 horas, onde o sistema deveria apresentar ao final do teste uma disponibilidade 99,95%, isto significa, nenhuma função crítica do sistema deveria ficar indisponível por mais de aproximadamente 21 minutos. Caso isto ocorresse o teste seria reiniciado para uma nova contabilização das 720 horas.

O teste de disponibilidade concluiu com sucesso em março de 2019, e o SSC-RIO 1.5 está aceito e em operação comercial para suportar a operação do COSR-SE

Em fevereiro, foi iniciada a instalação do SSC-BSB 1.5 que foi concluída com a aprovação dos devidos testes no final de abril. A migração para o SSC-BSB 1.5, e consequentemente, o início do teste de disponibilidade de 720 horas, está planejada para maio de 2019.

É importante salientar que os operadores observaram algumas melhorias de performance e na usabilidade do sistema e que mostram a satisfação com a nova plataforma.

3.0 - CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou a estratégia utilizada pelo ONS e CSC para evolução do REGER para o seu segundo ciclo, de pelo menos mais 5 anos de operação.

Observou-se que o desacoplamento entre a evolução do hardware e a evolução do software foi essencial para atendimento da premente necessidade de troca do hardware, que já se encontra em idade avançada e com suporte limitado do fabricante original, e para minimizar-se os impactos dentro da sala de controle. Este desacoplamento foi apelidado o nome de REGER 1.5, com a ideia de evolução apenas de parte dos objetivos do Ciclo 2.

A plataforma virtualizada, mesmo que relativamente nova para Sistemas de Supervisão e Controle de operação de Sistemas Elétricos, apresentou-se robusta suficiente para suporta esta função tão crítica. Adicionalmente, as

novas funções inseridas na arquitetura do sistema possibilitam facilidades de manutenção e flexibilidade de expansão que minimizam o custo total considerando os desafios para todo o próximo ciclo de vida.

O ONS continua com a implantação dos demais SSCs 1.5 ao longo de 2019 e deverá finalizar com o SSC-FLN no primeiro semestre de 2020.

Em paralelo, o ONS iniciou os trabalhos de concepção e desenvolvimento das novas funcionalidades especificadas na revisão do seu Plano Diretor, alinhadas com o Plano de Desenvolvimento De Tecnologia (PDDT) e Planejamento Estratégico da empresa até o horizonte 2030. A plataforma do REGER 1.5 já está possibilitando a expansão das funcionalidades previstas.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Santos, A M – Implantação do REGER nos Centros de Operação do ONS – A estratégia de migração para o novo SSC, XIII EDAO, Belo Horizonte 2014.
- (2) OLIVEIRA FILHO A. L. - Soluções para a Rede de Gerenciamento de Sistemas Elétricos, XXI SNPTEE, Florianópolis 2011.
- (3) Silva Junior, J P - Uma metodologia para evolução dos SSC dos centros de operação do ONS, X EDAO, São Paulo

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



(1) Diogo Pereira Marques Cruz: Engenheiro Eletricista formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atuou na elaboração do plano diretor e especificação dos SSCs do REGER pela KEMA Consulting, líder técnico da implantação do REGER durante Ciclo 1 pela SIEMENS e coordenou a fase 2 do Ciclo 1 pelo ONS e a concepção e implantação do REGER 1.5 no SSC-RIO. Atualmente, é engenheiro sênior integrante da equipe de tecnologia de sistemas da operação e coordena a continuação dos trabalhos de evolução de aplicações do REGER para o Ciclo 2.

(2) Bruno Henrique Ferreira: Engenheiro de Telecomunicações formado pela Universidade Federal de São João Del-Rei e MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV. Atualmente, integra a equipe de manutenção dos Sistemas de Supervisão de Controle do ONS e coordena a implantação do REGER 1.5 dos SSC-BSB, SSC-REC e SSC-FLN.

(3) Demetrius Mendonça da Silva: Engenheiro Eletricista pela UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro com Pós-Graduação em Análise de Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RIO, Pós-Graduação em Computação Aplicada e Automação pela UFF – Universidade Federal Fluminense e MBA – IAG Master em Desenvolvimento Gerencial – (CAISE) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro -PUC-RIO. Experiência no desenvolvimento e suporte à Sistemas de Supervisão e Controle – SSC, Sistema de Redes de Computadores e Segurança Cibernética e atualmente é Especialista no Operador Nacional do Sistema Elétrico.

(4) Cristian Tatsuro Kogachi: Engenheiro Eletricista pela UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina com Pós-Graduação em Engenharia Biomédica pela UFSC, Bacharelado em Administração pela UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina. Experiência no desenvolvimento e suporte à Sistemas de Supervisão e Controle – SSC, Sistema de Redes de Computadores e Segurança Cibernética e atualmente é engenheiro Sênior no Operador Nacional do Sistema Elétrico.

(5) Geraldo Pinto Ribeiro: Licenciatura em Ciências Químicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Experiência no desenvolvimento e suporte à Sistemas de Supervisão e Controle – SSC, Hardware e Software básico e atualmente é especialista no Operador Nacional do Sistema Elétrico.

(6) Ayru Leal de Oliveira Filho: Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Mestre em Sistema e Computação pelo Instituto Militar de Engenharia e Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação pela COPPE- UFRJ. Pesquisador do CEPEL desde 1988, atuou na concepção e desenvolvimento do sistema SAGE e em vários outros temas relacionados à automação, supervisão e controle de sistemas elétricos. Foi o coordenador técnico por parte do CEPEL para o projeto REGER.

(7) Philadelpho Azevedo Neto: Formado em engenharia elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, com mestrado em arquitetura de computadores pela University of Texas at Arlington. Pesquisador sênior do CEPEL, atua em projetos de sistemas de controle para o sistema elétrico. Experiência na área de rede de computadores e desenvolvimento de hardware e software. Participa do desenvolvimento do sistema SAGE e atua com coordenador técnico da implantação do REGER 1.5.

(8) Alessandro Luiz de Oliveira: Formado em engenharia industrial elétrica com ênfase em eletrônica e telecomunicações pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e Técnico em Eletrotécnica pelo Instituto Politécnico Estadual do Paraná. Atuou como líder técnico de diversos projetos e atualmente atua como gestor de projetos de contratos de suporte na área de sistemas SCADA na Siemens.

(9) João Roberto Strapasson: Bacharel em Informática pela Universidade Positivo, pós-graduação em Engenharia de Software pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Pós-graduação em Teleinformática e Redes Multiserviço pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente responsável técnico pelas atividades de virtualização do consórcio.