



GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL

HIPERCONVERGÊNCIA APLICADA AO AMBIENTE DE TECNOLOGIA DA AUTOMAÇÃO (TA) DA ITAIPU BINACIONAL

**PEDRO PAULO GOMES FERREIRA GARCIA(1);ALDO INSFRAN(2);IGOR VINICIUS MUSSOI DE LIMA(2);VICTOR RODRIGO RUIZ GARAY(2)
ITAIPU BINACIONAL(1);ITAIPU (2)**

RESUMO

A ITAIPU Binacional, em seu constante objetivo de melhorar o fornecimento de energia, disponibilidade dos equipamentos e instalações, além de minimizar os custos operacionais, sempre busca aplicar tecnologias que melhor adequem a implantação, atualização e modernização dos sistemas do ambiente de tecnologia da automação (TA) aos seus processos e objetivos corporativos e estratégicos. No que se refere ao modelo de arquitetura e tecnologias para implantação de sistemas, observou-se que a utilização do modelo de hiperconvergência (HCI) é efetivamente capaz de entregar um ambiente de alta performance, resiliência, escalabilidade, tolerância a falhas, segurança e de fácil gerenciamento.

Até o ano de 2017 a ITAIPU Binacional implantava sistemas de TA baseados em um modelo de infraestrutura de hardware e software dedicados para suporte de cada um dos seus sistemas. Este modelo provou-se eficiente e adequado as tecnologias, custos e processos passados, contudo, tornou-se obsoleto frente a crescente digitalização e demanda por processamento de dados, gerenciamento, segurança e comunicação em rede, o que culminou na substituição deste modelo pelo modelo hiperconvergente. Inicialmente, apenas um conjunto das funções do HCI foi implementado e apenas um sistema foi migrado para esta nova plataforma. Os novos projetos de atualização e modernização dos sistemas de TA tem promovido a migração destes sistemas do modelo legado para o novo modelo, promovendo a consolidação do ambiente hiperconvergente. O projeto de Atualização Tecnológica da ITAIPU Binacional irá implantar um novo ambiente integralmente hiperconvergente.

PALAVRAS-CHAVE

Hiperconvergência, Telecomunicações, Virtualização, Tecnologia da Automação

1.0 INTRODUÇÃO

A ITAIPU Binacional, usina hidrelétrica localizada na fronteira entre Brasil e Paraguai, é a maior geradora de energia limpa e renovável no planeta. A usina é composta pela barragem, vertedouro e casa de força, onde, esta última, abriga as vinte unidades geradoras com capacidade instalada de 14 MWh. Para manter e controlar a produção de energia elétrica com segurança e qualidade, são utilizados diversos sistemas de controle, automação, supervisão, proteção, entre outros, formando, assim, o ambiente de Tecnologia da Automação (TA). O aumento da digitalização no setor elétrico fez crescer, cada vez mais, a computação, comunicação em rede e processamento. Observou-se o surgimento de diversas arquiteturas de computação e comunicação, diferentes soluções de fabricantes, aumentando a complexidade de operação e manutenção deste novo ambiente. Até a metade da década de 2010, a ITAIPU implantava sistemas digitais utilizando a arquitetura tradicional de hardware e software, que contava separadamente com servidores, rede e armazenamento. Cada novo sistema fazia surgir um ou mais racks com servidores, switches, firewalls e alimentação elétrica dedicados, formando verdadeiros silos. O resultado da utilização deste modelo culminou em um ambiente de gestão e manutenção complexo. Ainda, nos últimos anos, intensificaram as preocupações com segurança cibernética e gestão de ativos, sendo, portanto, necessária a revisão e modernização da filosofia e arquiteturas computacionais e de rede para o ambiente de TA.

O novo desafio fez a ITAIPU Binacional buscar um novo modelo que permitisse a redução das complexidades até então existentes, um modelo que proporcionasse otimização de recursos, homogeneidades de soluções de software e rede, aumento do gerenciamento e consciência situacional, bem como a maior segurança cibernética. Considerando estes requisitos e observando as funcionalidades dos produtos disponíveis no mercado, o novo

modelo escolhido foi o de hiperconvergência (HCI). Pode-se encontrar iniciativas de implementação deste modelo em ambientes industriais como servidores industriais [1] e micro data centers industriais [2].

A partir do ano de 2017, a ITAIPU Binacional iniciou a modernização de um de seus sistemas para a arquitetura hiperconvergente e, a partir deste momento, para cada nova modernização ou atualização, realizava a integração de sistemas neste novo ambiente.

O objetivo deste trabalho, portanto, é apresentar a hiperconvergência no contexto da TA, esclarecer como migração para este novo ambiente proporciona benefícios à ITAIPU Binacional e o roadmap utilizado para a convergência parcial e total dos sistemas do ambiente da automação (TA) para o modelo HCI.

2.0 HIPERCONVERGÊNCIA

Inicialmente, as arquiteturas dos sistemas correspondiam a estruturas físicas e dedicadas, onde a arquitetura de rede tradicionalmente utilizada era composta por servidores conectados a uma rede de acesso de usuários (network) e uma rede dedicada a conexão com os dispositivos de armazenamento de dados (storages), surge, então, a virtualização promovendo a ruptura de um círculo vicioso e dispendioso de substituição de hardware a cada biênio, atualizações, manutenções e perda de dado. Sem disco rígido, a virtualização passou a oferecer flexibilidade, mobilidade e muito mais economia. Veio então a convergência, baseada na virtualização, reunindo segurança, tecnologia, servidores e roteadores. Os custos e tempos de implementação foram reduzidos, mas servidor e armazenamento se mantiveram separados fisicamente. Então surgiu a hiperconvergência, integrando as vantagens do armazenamento em nuvem com uma solução homogênea, sistêmica e de alta confiabilidade em data centers.

A hiperconvergência, do inglês, *Hyperconverged Infrastructure*, ou simplesmente HCI, pode ser definida como a consolidação de várias camadas da infraestrutura, computação, rede e armazenamento em um nível apenas. Com a hiperconvergência, todas as funções essenciais do datacenter são executadas em uma camada de software altamente integrada em vez de serem executadas em um hardware projetado para fins específicos, isso se dá através da utilização das tecnologias de Software Defined Network (SDN), Software Defined Storage (SDS) e Software Defined Computing (SDC).

O SDC acontece quando funções computacionais são virtualizadas e abstraídas do hardware e as suportam sendo possível sua operação a partir de uma interface centralizada. Esta interface central enxerga todos os recursos computacionais como apenas um elemento. Com o SDC, as funções computacionais podem ser distribuídas e organizadas em qualquer quantidade de unidades de processamento e o *workload* pode ser processado por todas estas unidades ao invés de endereçadas a um equipamento específico. Ainda, as funções computacionais podem ser movidas para diferentes partes da infraestrutura virtual, dependendo da disponibilidade dos recursos, sem a necessidade de substituição manual de hardware.

O SDS separa o software de armazenamento do seu hardware. Ao contrário dos sistemas tradicionais de armazenamento como NAS e SAN, o SDS normalmente é desenvolvido para funcionar em qualquer sistema x86 ou padrão do setor, eliminando a dependência entre software e hardware proprietário. Cria-se uma camada de software entre o armazenamento físico e a solicitação de dados. Dessa forma, tem-se o controle de como e onde os dados são armazenados. O software controlador de SDS oferece serviços de acesso ao armazenamento, rede e conectividade. Ao desacoplar o software de armazenamento e o hardware, a capacidade de armazenamento aumenta conforme necessário, sendo sempre possível o upgrade/downgrade do hardware sempre que necessário. Os principais benefícios do SDS consistem na desvinculação de fabricantes do software SDS com os de hardware, a escalabilidade horizontal ao invés da vertical e o ajuste automático de armazenamento com base nas necessidades e demandas de capacidade de armazenamento.

A SDN utiliza software em vez de dispositivos especializados para gerenciar serviços de redes e aplicativos. Ela surgiu por conta da necessidade de automatizar, escalar e otimizar as redes, a fim de lidar melhor com aplicações advindas da nuvem pública, de serviços privados de armazenamento e também dos bancos de dados. Por meio de ferramentas de é possível estabelecer regras sobre como ocorrerá o tráfego na rede, aumentando o controle sobre os fluxos de dados.

Como principais benefícios da hiperconvergência, temos o gerenciamento, escalabilidade, rápida implementação de novos sistemas, redução de ativos físicos e lógicos, segurança, melhor utilização dos investimentos, entre outros resultados satisfatórios. Ainda, A plataforma hiperconvergente provê redundância de recursos, alta disponibilidade do ambiente, tolerância a falhas em um ou mais de seus componentes. Outros recursos importante que devemos citar são a capacidade de deduplicação e criptografia de dados otimizando o armazenamento e segurança e função de criação de pontos de recuperação do ambiente.

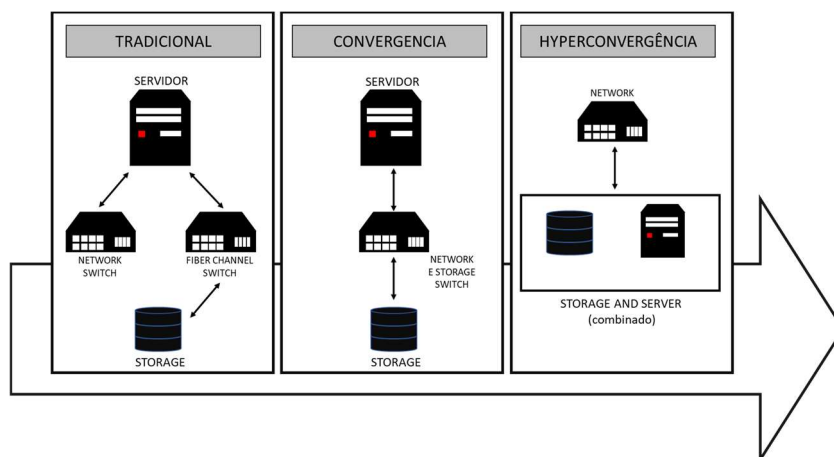


Figura 1: Modelos de arquiteturas de sistemas.

3.0 A EVOLUÇÃO DO AMBIENTE DE TECNOLOGIA DA AUTOMAÇÃO DA ITAIPU PARA UM MODELO HCI

3.1 Modelo atual de arquitetura dos sistemas do ambiente de tecnologia da automação da ITAIPU

O modelo de arquitetura de sistemas do ambiente de tecnologia da automação (TA) empregado durante muitos anos pela ITAIPU consistia na construção de sistemas contendo infraestrutura física, lógica e de comunicação em rede próprios, ou seja, quando um novo sistema era implantado, fazia-se necessário a aquisição e implantação de todo um conjunto de servidores, equipamentos de comunicação em rede, cabeamento estruturado, alimentação elétrica, entre outros, destinados única e exclusivamente ao suporte de apenas um sistema [3]. Ainda, todo este conjunto de recursos deveria apresentar sempre redundância de seus principais componentes. Este é um modelo de arquitetura tradicional de T.I., que contava separadamente com servidores, rede e armazenamento. Como principal vantagem deste modelo temos a fácil definição da segregação de responsabilidades de operação, gestão e manutenção dos sistemas. Contudo, este modelo apresenta diversas desvantagens, entre elas, podemos citar o maior custo e tempo para implantação e manutenção, maior quantidade de ativos na planta, alta necessidade de espaço físico e recursos de controle ambientais (temperatura, umidade, combate a incêndio) e a sempre crescente demanda por fornecimento de energia elétrica. Ainda, este modelo gera uma grande complexidade devido aos mais variados sistemas e equipamentos que compõem estes sistemas, isso se deve ao modelo de aquisição através de licitação pública, a qual permite a concorrência entre diversas marcas e tecnologias diferentes. A grande variedade de distintas tecnologias presentes no ambiente exige maior esforço de capacitação de equipes, variados requisitos de atualização e licenciamento, múltiplos formatos de suporte e garantia, problemas com protocolos e softwares proprietários, maior quantidade de peças de reposição, entre outros. Em resumo, este é modelo de alto custo de CAPEX e OPEX.

3.2 Migração para modelo HCI

No XXIII SNPTEE, realizado no ano de 2015, a ITAIPU Binacional apresentou informe técnico sobre a utilização de roadmap tecnológico como ferramenta para estabelecimento de critérios para atualização tecnológica de sistemas do ambiente de TA [4]. Neste informe, foi apresentado o roadmap tecnológico dos sistemas computacionais, o qual consistia de uma visão de futuro de longo prazo alcançável através de uma etapa de transição de médio prazo. A estratégia proposta era promover o alinhamento dos sistemas da ITAIPU às tecnologias atuais e futuras, ou seja, promover retrofit e possibilitar futuras atualizações de baixo custo e impacto operacional. A figura 4 mostrava que a rede e os sistemas de ITAIPU seriam migrados para um ambiente de maior velocidade de transmissão (rede e I/O), suporte a serviços integrados de dados e multimídia, plataformas colaborativas, ferramentas de nova geração em segurança e computação em nuvem, este foi considerado como o Modelo Futuro. No informe, o modelo desejado somente seria alcançado a longo prazo, isso se deve ao fato da configuração futura, por promover maior integração de redes e serviços, necessita do retrofit de outros sistemas, como por exemplo a telefonia. Portanto, seria necessário um modelo transitório, que criasse condições favoráveis ao alcance do modelo futuro de forma “suave”.

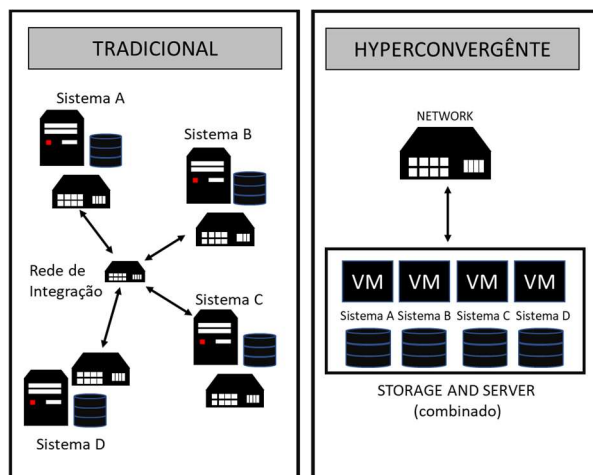


Figura 2: Modelos de arquiteturas de sistemas do ambiente de TA da ITAIPU Binacional.

A transição, iniciada em 2017, começou com o projeto de modernização do Sistema Integrado de Redes Industriais (SIRI), onde o novo conceito de hiperconvergência foi iniciado. O SIRI modernizado agora conta com um total de quatro servidores com capacidade para suporte a hiperconvergência, divididos em dois sites (um brasileiro e o outro paraguaio), em um modelo denominado *stretched cluster*. O software de virtualização instalado nos servidores faz a abstração e criação de pools de recursos subjacentes e os aloca dinamicamente a aplicativos executados em máquinas virtuais (VM) ou em contêineres. Contudo, dentro dos três componentes da hiperconvergência, somente a SDN não foi implantada, sendo o SIRI ainda dependente de uma infraestrutura de rede externa para tráfego interno e externo ao datacenter. A plataforma hiperconvergente provê redundância de recursos, alta disponibilidade do ambiente, tolerância a falhas em um ou mais de seus componentes e disaster recovery. Inicialmente, apenas sistemas relacionados ao gerenciamento e segurança foram introduzidos no ambiente.

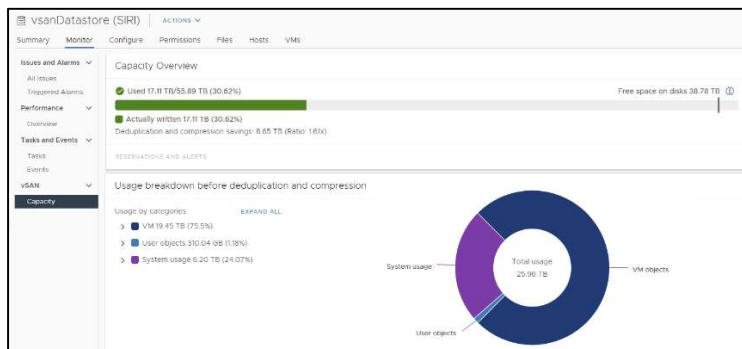


Figura 3: Tela contendo o capacity overview do SDS do SIRI extraída do sistema de gerenciamento centralizado do ambiente hiperconvergente.

No ano de 2020, deu-se início ao estudo, projeto e implementação de outros sistemas no SIRI, sistemas estes que originalmente possuíam infraestrutura de hardware e software independentes e dedicados, sendo o Plant Information Management (PIM) o primeiro a migrar para a nova infraestrutura.

Em 2021, outros sistemas tiveram sua migração, como os de Hidrometeorologia, proteção de barragem, sistema de telefonia IP, entre outros. Faz-se importante ressaltar que, por hora, sistemas de tempo real e de proteção não poderiam ser migrados para a infraestrutura virtual.

O processo de mudança de arquitetura e filosofia, assim como a introdução de novas tecnologias tem provocado a readequação das atividades de projeto, operação e manutenção dos sistemas. A mudança de cultura organizacional e de processos há muito estabelecidos, assim com a quebra de paradigma decorrente do novo modelo são desafios encontrados no processo de adoção e implantação da hiperconvergência, fatos estes que se mostraram carentes de maior atenção, diálogo, estruturação e negociação entre as diversas áreas de TA da ITAIPU.

Tem-se desenvolvido estratégias de conscientização, capacitação visando encurtar a curva de aprendizado promovendo, assim, a disseminação do conhecimento quanto as melhorias e benefícios trazidos pela hiperconvergência. Entendemos que a maturidade é um processo progressivo, que aumentará com o tempo, a

medida que o maior aprofundamento, utilização e percepção das potencialidades do novo modelo forem assimiladas por todas as equipes de TA.

As primeiras experiências com a utilização da hiperconvergência foram exitosas, o ambiente tem apresentado excelente estabilidade e desempenho, o gerenciamento proporciona maior granularidade, visibilidade e antecipação a falhas, o tempo e custo de implantação de novos projetos apresentou considerável redução e a menor quantidade de ativos na planta favoreceu a redução na complexidade das turmas de manutenção.

Para os próximos anos, demais sistemas continuarão sendo migrados para esta infraestrutura.

3.3 Ambiente hiperconvergente integral e a Atualização Tecnológica da ITAIPU

Para os próximos anos, a ITAIPU Binacional, através do projeto de Atualização Tecnológica (AT) da usina, dará continuidade à utilização de tecnologias de hiperconvergência, considerando, agora, a implantação dos três componentes de software, SDC, SDS e SDN, formando assim um verdadeiro Software Defined DataCenter (SDDC) possibilitando a formação de uma Nuvem Privada através da construção de uma nova infraestrutura de rede e datacenter dedicados ao suporte dos novos sistemas digitais da usina e suporte a determinados sistemas legados [5].

Um dos maiores benefícios oferecidos pelo SDDC é a forma como ele pode ser estruturado e controlado, pois como os recursos são gerenciados por software, as conexões físicas e os componentes de hardware não precisam mais ser fisicamente manipulados para implantar mudanças. As cargas de trabalho mais complexas ficam simplificadas com o SDDC e passam a ser instaladas de maneira mais rápida e programática, o que eleva a agilidade e os níveis de flexibilidade da infraestrutura. O uso de software permite planejar, provisionar, testar, implantar e gerenciar os recursos. Também, permite autoprovisionar serviços sob demanda para cada sistema. Isso significa dar agilidade à montagem, configuração e introdução de serviços e sistemas, reduzindo tempo de implantação e custos operacionais com processos que envolvem tarefas manuais dispendiosas. O retorno do investimento (ROI) é assegurado pelo baixo custo de aquisição (CAPEX) e redução das despesas operacionais (OPEX).

Para o futuro, vislumbra-se a possibilidade de utilização das tecnologias de virtualização e hiperconvergência em todo o Ambiente de TA, englobando os sistemas SCADA e até mesmo os de proteção.

4.0 CONCLUSÃO

A tecnologia evolui cada vez mais rápido, e a demanda por processamento e comunicação em rede é cada vez maior, exigindo o provisionamento ágil de sistemas e serviços com o mínimo de impacto nos custos, operação e manutenção destes sistemas. O ambiente de TA tem vivenciado uma crescente digitalização de seus sistemas, a qual introduz, cada vez mais, ferramentas, tecnologias e conceitos oriundos do ambiente de tecnologia da informação TI. Os sistemas de TA da ITAIPU Binacional, ao longo das últimas décadas, vem acompanhando esta digitalização de sistemas. O modelo até então utilizado, o de estruturas físicas independentes, tornou-se complexo e dispendioso quando comparado as novas tecnologias e modelos como o convergente e, principalmente, o hiperconvergente. A adoção da hiperconvergência no ambiente de TA tem sido gradual já sendo possível observar os benefícios advindos das facilidades e melhorias por ela proporcionados, como redução do tempo de implantação, gerência e manutenção, maior disponibilidade, escalabilidade e resiliência, redução dos custos de CAPEX e OPEX, entre outros. A migração dos sistemas de TA da ITAIPU para o ambiente hiperconvergente continua a ser realizada e, nos próximos anos, com o início do projeto da atualização tecnológica da usina, um novo ambiente integralmente hiperconvergente se tornará a plataforma definitiva para suporte a sistemas e serviços de TA, criando a possibilidade de, no futuro, abrigar sistemas de tempo real como SCADA e proteção.

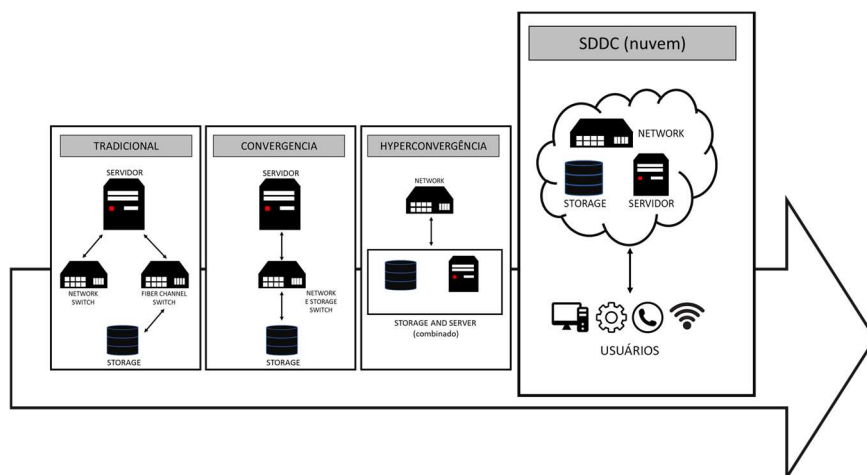


Figura 4: Modelos de arquiteturas de sistemas e o modelo SDDC.

5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) https://www.volterra.io/resources/doc/Volterra_Industrial_Server_Datasheet_R2.pdf
- (2) https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Brochure&p_File_Name=Industrial+Edge+Reference+Design_Stratus.pdf&p_Doc_Ref=998-20952553
- (3) Itaipu Binacional, Diretrizes e Critérios para a Atualização Tecnológica da Itaipu, 2006.
- (4) XXIII SNPTEE, utilização de roadmap tecnológico como ferramenta para estabelecer critérios para atualização tecnológica de sistemas de telecomunicações aplicados à geração e transmissão de energia elétrica, 2015.
- (5) Itaipu Binacional, Plano de Atualização Tecnológica da UHI – Versão Inicial Básica, 2008.

DADOS BIOGRÁFICOS



Pedro Paulo Gomes Ferreira Garcia graduado em Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2007) e MBA em Gerenciamento de Projetos (2009) pela FGV do Rio de Janeiro. Em 2008 ingressou no programa de Trainee da LIGHT S.E.S.A atuando por três anos na implantação do projeto de Smart Metering. Em 2010, pela empresa Oi S.A., coordenou projetos de implantação softwares de OSS responsáveis pelo aprovisionamento do produto Triple Play over FTTH da empresa. Desde 2013 trabalha na Divisão de Engenharia de Sistemas de Controle e Eletrônica da Usina Hidrelétrica de Itaipu.

- (2) **ALDO** **INSFRAN**
Aldo Insfran graduado en Ingeniería Electrónica con énfasis en Telecomunicaciones por la Universidad Nacional de Asunción (2010), estudiante de maestría en computación con énfasis en análisis de datos por la Universidad Nacional del Este. Profesionalmente; en 2011 - gestor de proyecto para SITESA, trabajando en la expansión del acceso ADSL de COPACO, en 2013 - ingeniero de campo para LOGICALIS Paraguay, trabajando en diversos proyectos de sistemas de colaboración con el fabricante CISCO. Desde 2016 trabajando como ingeniero de comunicaciones para la División de Ingeniería de Sistemas de Control y Electrónica de la Itaipu Binacional.
- (3) **IGOR** **VINICIUS** **MUSSOI** **DE** **LIMA**
Igor Vinicius Mussoi de Lima mestre em Ciência da Computação e Especialista em Redes de Computadores Sistemas Distribuídos pela Universidade Federal de Santa Catarina; com mais de 20 anos de experiência na área de Tecnologia da Informação, trabalha desde 2008 na Divisão de Engenharia de Sistemas de

Controle e Eletrônica da Usina Hidrelétrica de Itaipu.

(4) VICTOR RODRIGO RUIZ GARAY
 Ingeniero en Informática egresado en el 2010 por la Universidad Privada del Este. Especialista en desarrollo web y administración de base de datos. Del 2013 hasta 2015 coordinó proyecto de desarrollo de software a medida para el análisis de auscultación de represa en la División de Ingeniería Civil de la ITAIPU. Desde 2015 trabaja en la División de Ingeniería Electrónica y Sistema de Control de la ITAIPU.