XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

CB/GTL/28

GRUPO – XV

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

O PARADIGMA ENVOLVENDO EQUIPES DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E AUTOMAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

RODRIGO BUENO OTTO (*)
FPTI

ANDRÉ DA SILVA BARBOSA
FPTI

MARCOS VINICIUS ALVES BALSAMO
FPTI

RESUMO

Projetos de desenvolvimento na área de automação industrial precisam, além de profissionais formados em engenharia, de pessoal especializado em desenvolvimento de sistemas. Neste cenário surgem a convergência entre a equipe de desenvolvedores de *software* e engenheiros, proporcionando inúmeros benefícios aos produtos e atividades desenvolvidos. Na abordagem utilizada no Parque Tecnológico de ITAIPU, a equipe de TA foi criada a partir da capacitação de profissionais de TI com os conceitos relacionados à atuação dentro do sistema elétrico de potência e requisitos dos sistemas de automação para este setor.

PALAVRAS-CHAVE

TI, TA, Automação Industrial, SEP

1.0 - INTRODUÇÃO

A evolução dos sistemas elétricos, passando dos sistemas eletromecânicos até a chegada dos sistemas digitais atuais, alterou os requisitos e necessidades, tanto desses sistemas, quanto dos profissionais envolvidos em sua concepção e desenvolvimento. Atualmente, observa-se uma busca contínua por soluções capazes de integrar e monitorar sistemas, muitas vezes críticos, de forma a se obter a operação de forma mais eficiente e com a menor probabilidade de defeito possível. Soluções que são utilizadas para aquisição, tratamento e disponibilização de uma grande quantidade de informações em um determinado sistema elétrico, servindo de suporte para análise e tomada de decisão de seus operadores.
Para a elaboração desses sistemas, observa-se a necessidade de uma classe diferente de profissionais. Além com conhecimentos nas áreas de infraestrutura e desenvolvimento computacional, há a necessidade de conceitos antes limitados à área da engenharia elétrica, desde de a característica dos equipamentos utilizados até a interpretação dos dados desses sistemas elétricos.
Na Fundação Parque Tecnológico Itaipu (PTI), percebeu-se que os profissionais até então capacitados apenas na área de Tecnologia da Informação (TI), à medida que iniciaram as atividades nas áreas de desenvolvimento de soluções para o sistema elétrico, foram adquirindo competências e habilidades complementares a sua área de

formação. Estas competências e habilidades acabam sendo formadas devido à proximidade no ambiente de trabalho destes profissionais de TI com Engenheiros de Automação.
Desta maneira foi criada a equipe de TA que desenvolve os projetos de automação industrial em parceria com a diretoria técnica de ITAIPU, com o foco em desenvolvimento de produtos para o setor elétrico.
Outros fatores, além dos técnicos, são necessários para a formação especializada desta equipe, como a necessidade de atuação em ambientes não convencionais para profissionais de TI, por exemplo, instalação e configuração de equipamentos e sistemas em ambiente industriais, que demandam a capacitação para atuação em segurança em ambientes energizados, exigindo capacitação em cursos como a NR10 e capacidade de interpretar desenhos técnicos de engenharia, como desenhos construtivos e funcionais.

2.0 - TI & TA

Quando tratamos do meio digital no mundo corporativo, lembramos sempre do profissional que presta o serviço de implementar e configurar a infraestrutura tecnológica e computacional utilizada na criação, gestão e segurança da informação. Dentre essas atividades podemos relacionar a comunicação por redes de computadores, fibras óticas, implantação de centrais telefônicas inteligentes, servidores de dados, serviços de webmail, backup, entre outros (2). Essas atividades estão relacionadas ao que é denominado hoje de Tecnologia da Informação (TI) e têm extrema importância no desenvolvimento das atividades corporativas, no entanto, não atendem as necessidade específicas encontradas em sistemas elétricos industriais.

É importante destacar que existe sim uma convergência entre as áreas de TI e TA e a atuação conjunta destas áreas pode sim trazer inúmeros benefícios para o usuário final das soluções desenvolvidas. Isso pode ser comprovado através de declarações de especialistas na área: “(...) Não se trata de convergência, nem mesmo de divergência, e sim de convivência. Nem sempre as equipes de TI estão aptas para manusear dados como as unidades de tempo de segundos e milissegundos, tradicionais da automação. Ao mesmo tempo, os especialistas de automação nem sempre conhecem em profundidade as metodologias de gestão e de segurança de sistemas, já velhas conhecidas pela TI” (Jorge Ramos, ISA).

A insituição ISA (1) apresenta um modelo, denominado ISA-95, que busca ordenar a interligação entre os diversos níveis de integração entre os sistemas de TI e TA. Este modelo apresenta determinados padrões para a interconexão de equipamentos nos 5 níveis apresentados. Os níveis são descritos a seguir:

- Nível 0: Define o processo físico em si que se deseja trabalhar e os equipamentos de campo que se deseja monitorar.

- Nível 1: Define as informações relacionadas à instrumentação de campo e sensoriamento.

- Nível 2: Nível relacionado ao monitoramento dos sensores e equipamentos e atividades de controle. Interfaces visuais IHM estão incluídas nesse nível. Requisitos de disponibilidade e aquisição de dados em tempo real são alguns dos requisitos relevantes para o desenvolvimento destes sistemas.

- Nível 3: Sistemas que supervisionam um grupo de produção, como por exemplo, a geração de uma usina hidrelétrica. Estes sistemas geralmente já apresentam uma interação entre aplicações de TI e TA.

- Nível 4: *Softwares* de gestão corporativa e outros da área de TI que apresentam as características intrínsecas a estes sistemas. Requisitos de acesso de segurança à informação e backup são alguns dos exemplos de requisitos destes sistemas.

Dentro do modelo ISA-95, é possível perceber que os requisitos necessários para a interoperabilidade entre sistemas de controle e corporativos dependem fortemente dos conhecimentos de profissionais de TA e TI. Logo, é essencial que estes dois mundos conversem de forma a resolver os problemas encontrados na integração destes sistemas, buscando sempre atender as demandas de ambos.

Atualmente há uma percepção clara que para atingir resultados expressivos sistemas como controles avançados de processos, otimização em tempo real, gerenciamento de ativos e outros, somente são possíveis devido à essa integração. As empresas deixaram de ser ilhas e passaram para o conceito WEB, facilitando a disponibilização dos dados e possibilitando o fluxo de informações de forma corporativa. O formato atual requer algo diferente do passado. Os profissionais dos dois mundos tiveram que evoluir, passaram por treinamentos específicos e quebraram a resistência de aceitação das necessidades de evolução tecnológica das duas vertentes - TA e TI. (2)

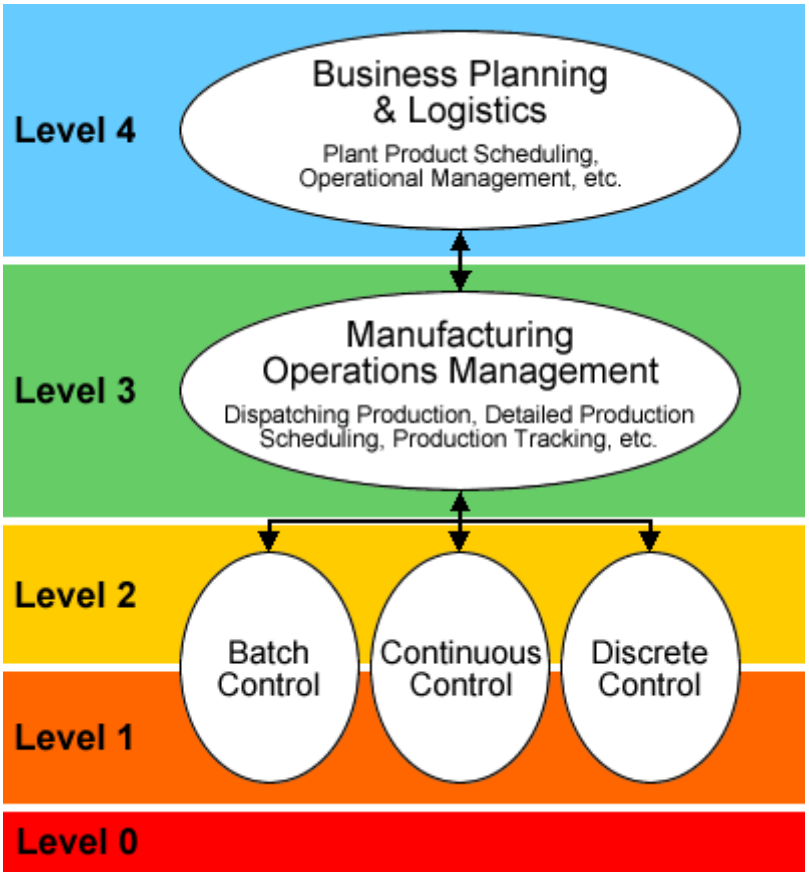

Figura 1 – Modelo ISA95. (1)

A Figura 2 apresenta alguns componentes existentes, na área de TI e TA, e faz uma ligação relacionando a convergência que pode-se obter com a utilização das informações geradas pela área de TA dentro de TI e também a aplicação de conceitos de TI no desenvolvimento de soluções de TA. É possível observar que os dados e informações geradas pelos equipamentos de campo podem e devem ser trabalhadas em níveis superiores dentro do modelo ISA-95 citado. Essa utilização das informações com ferramentas de TI como *Data Mining, Big Data* e *Deep Learning* podem auxiliar aos operadores destes sistemas de TA a identificar previamente possíveis problemas que só seriam descobertos quando ocorressem.

Esta gama de aplicações gráficas e de relatórios que o mundo de TI apresenta auxilia também na gestão e tomada de decisões por gestores que buscam otimizar a disponibilidade dos sistemas operados, auxiliando no aumento da eficiênca produtiva.

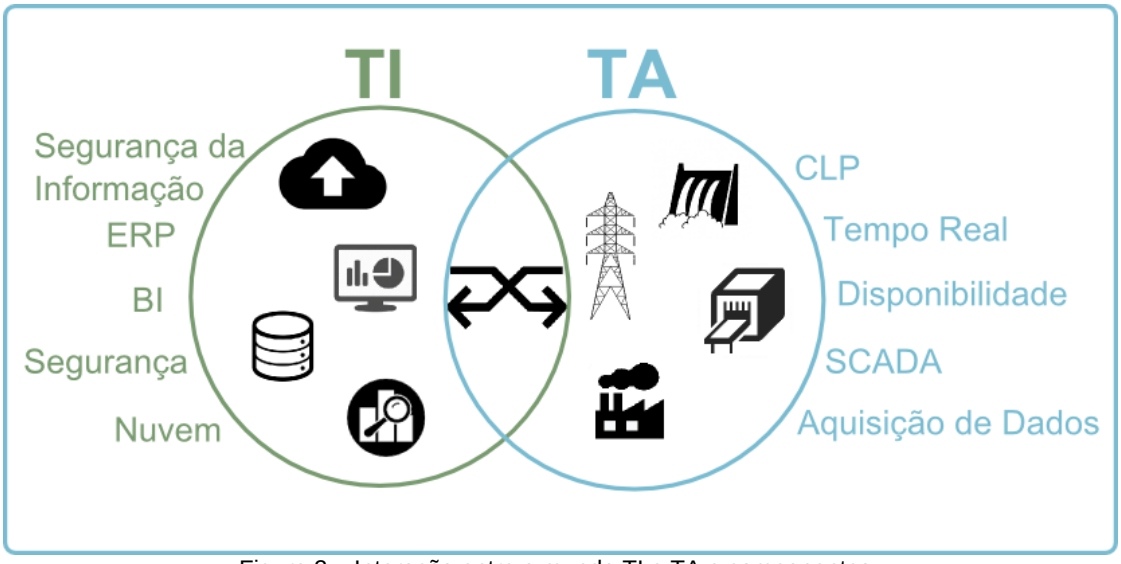

Figura 2 – Interação entre o mundo TI e TA e componentes

3.0 - FORMAÇÃO DA EQUIPE DE TA DO PTI

O caminho escolhido pelo PTI para a criação da equipe de TA, com foco na atuação no desenvolvimento das soluções de automação industrial voltada para o sistema elétrico de potência, passou por criar as competências necessárias de TA na equipe de TI existente.

Com base nas atividades e projetos desenvolvidos pelas equipes de TA e TI dentro do PTI, foi elaborada uma lista que apresenta as diferenças cruciais entre a atuação individual de um profissional de TA para um profissional de TI. Os principais pontos de destaque são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Características das atividades e projetos dos profissionais de TI e TA

TA – Tecnologia de Automação	**TI – Tecnologia de Informação**
Desenvolvimento de *software* especializado (Sistemas Elétricos)	Desenvolvimento de *software* genérico ao ambiente corporativo e de TI
Profissional especializado para desenvolvimento de *software* para ambientes industriais e com restrições características a este ambiente	Profissional especializado para desenvolvimento de *software*
Capacitação para atuação em ambientes energizados (NR10)	Não atua em ambientes industriais
Opera equipamentos de testes e simulações voltados para a TA	Ferramentas de testes são *softwares*
Ambiente conservador para adoção de novas tecnologias	Ambiente dinâmico e inovador na aplicação de novas tecnologias
Solução deve ser altamente tolerante a falhas	Solução não necessariamente tem como foco tolerância a falhas

As competências necessárias para a formação desta equipe são apresentadas na Figura 3, sendo elas essenciais para o desenvolvimento dos projetos que se seguiriam. Pode-se observar claramente que diversas competências apresentadas não são de domínio de um profissional típico de TI. Estas competências envolvem desde a área de entendimento sobre o funcionamento do sistema elétrico de potência e seus principais componentes, meios de comunicação existentes em um ambiente de TA, protocolos utilizados, formas de manutenção de sistemas e equipamentos, requisitos de disponibilidade, até a parte de configuração e utilização de ferramentas de testes, como caixas geradoras de sinais analógicos e RTDS (*Real Time Digital Simulator*).

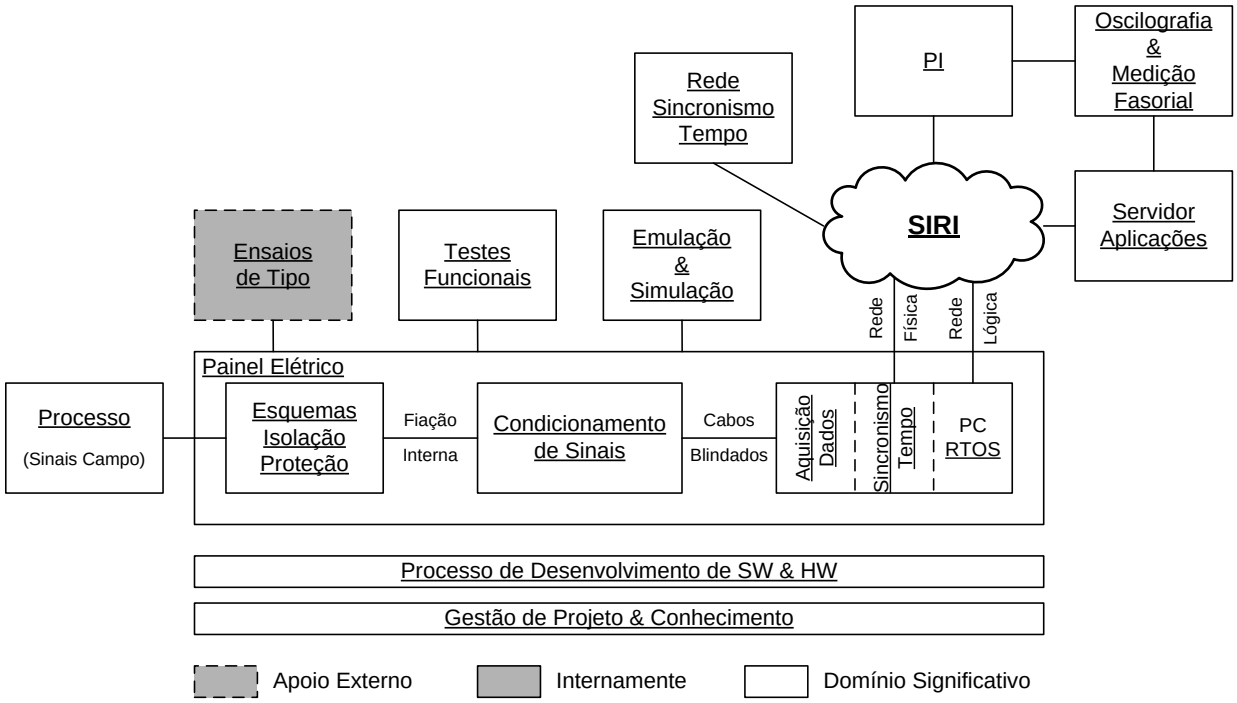

Figura 3 – Competências identificadas para o desenvolvimento da equipe de TA

A partir da definição da atuação da equipe com base no mapa de competências, foi realizado um alinhamento interno dentro do PTI para definir um plano de carreira para estes profissionais, buscando de fato separar a atuação destes com a equipe de TI existente. A ideia deste plano é garantir que para determinados níveis de profissionais se garanta o conhecimento e experiência mínimo desejados. Foram criados então 4 níveis de profissionais que atuam no desenvolvimento dos projetos. Os níveis e as responsabilidade de cada um são apresentados a seguir:

- Analista de TI Júnior: Profissional que iniciou sua atuação no Laboratório de Automação e Simulação de Sistemas elétricos na área de desenvolvimento de *software*. Durante o período que este profissional atua como Júnior, ele irá passar também por capacitação para atuação em segurança em ambientes energizados (NR10) e realizará um treinamento interno, guiado sobre os engenheiros da área, sobre o funcionamento do sistema elétrico de potência e seus principais componentes. O período mínimo para atuação dentro deste perfil é de um ano.

- Analista de TA Júnior: Este perfil contempla a migração de atuação da área de TI para TA. Entende-se por migração a adição de atividades relacionadas ao desenvolvimento de sistemas de TA, somado ao conhecimento já existente de TI por este profissional. Deverá atuar diretamente em projetos de automação industrial, orientado sempre por um profissional de nível superior. Para certificar sua participação em eventos da área de TA, é solicitada uma quantidade mínima de artigos que deverão ser submetidos para eventos e, para a experiência profissional, deverá ser formalizada sua atuação em projetos de TA. O período mínimo que este profissional atua neste nível é de 3 anos.

- Analista de TA Pleno: Neste nível o profissional é responsável por acompanhar o ciclo de desenvolvimento de um sistema completo, desde a especificação de requisitos, modelagem, desenvolvimento de *software* e *hardware*, montagem de um ambiente de testes, validação e implantação em ambiente industrial. Este profissional deverá ter domínio significativo na operação de equipamentos de testes, como caixa de geração de sinais e RTDS. Seu entendimento sobre o funcionamento dos componentes de um sistema elétrico de potência é suficiente para discutir assuntos técnicos com os clientes da área. O período mínimo para atuação neste nível é de 2 anos.

- Analista de TA Sênior: A partir deste nível, o profissional é responsável por direcionar a capacitação dos colaboradores de níveis inferiores e atuar na organização tática da equipe de desenvolvimento. Participa ativamente de eventos de TA, com o foco em atualização tecnológica e divulgação dos projetos e produtos desenvolvidos. Busca prospectar projetos junto a potenciais clientes e parceiros. Com relação a formação acadêmica, é exigido deste colaborador no mínimo o título de mestre com dissertação abordando temáticas relacionadas à tecnologia de automação aplicada em sistemas elétricos de potência.

A tabela 2 apresenta resumidamente os requisitos para cada nível de atuação definidos.

Tabela 2 – Requisitos para os níveis de atuação de um profissional de TA no PTI

	TI Júnior	**TA Junior**	**TA Pleno**	**TA Sênior**
Participação em projetos de TA	Não	Executa atividades de desenvolvimento sob coordenação	Defini atividades de desenvolvimento	Prospecta projetos e atua em todo ciclo de vida dos projetos
Capacitação (NR10)	Sm	Sim	Sim	Sim
Conhecimento do Sistema Elétrico de Potência	Mínimo	Intermediário	Alto	Alto
Atuação mínima	1 ano	3 anos	2 anos	-
Operação de equipamentos de teste	Não	Utilização	Configuração de *setups*	Configuração de *setups* e definição de cenários

4.0 - ESTUDO DE CASO

Em 2012, foi identificada uma demanda por parte da diretoria técnica de ITAIPU para realizar a substituição de alguns equipamentos do tipo DFR (*Digital Fault Recorder*), responsáveis por monitorar grandezas elétricas das unidades geradoras e linhas de transmissão. Apesar de tratar-se de um equipamento de monitoramento, são apresentados requisitos importantes para seu uso em campo, uma vez que ele se encontra no circuito primário de monitoramento. É também um equipamento com características muito associadas a TA, como comunicar-se com protocolos industriais, possuir meios físicos de comunicação dedicados, sincronismo de tempo de alta confiabilidade e estar disponível e operacional de modo contínuo (24h/7d).

Alguns requisitos essenciais a este tipo equipamento são apresentados:

a. Aquisição, condicionamento, conversão de grandezas elétricas em tempo real (tensão e corrente) e estados binários;
b. Identificação automática de perturbações, com base na configuração prévia dos *triggers*;
c. Disponibilizar funções de PMU (*Phasor Measurement Unit*);

d. Prover suporte a comunicação com o formato GOOSE (IEC 61850);
e. Prover integração com o sistema SCADA, por meios físicos dedicados (saídas binárias) ou protocolos de comunicação de rede;
f. Implantar sincronismo de tempo adequado; e
g. Disponibilizar interface para análise de registros de perturbação e fasores.

Identificou-se então uma oportunidade para aplicar os conceitos de utilização da equipe de TA para realizar o desenvolvimento desta solução. Após análise detalhada dos requisitos deste equipamento, as competências necessárias para a execução do projeto foram levantadas, sendo estas profundamente alinhadas às que a equipe de TA possuía.

Este projeto então teve início com o nome Registrador de Perturbações e Medição Fasorial (RPMF).

A equipe de TA do Laboratório de Automação e Simulação de Sistemas Elétricos (LASSE) executou o projeto seguindo o alinhamento técnico geral dos requisitos propostos, que é prover um equipamento robusto, confiável e que se mantenha operacional durante 24 horas por dia, 7 dias por semana. Porém, buscou-se os benefícios da aplicação dos conhecimentos de TI já possuídos. Estes conhecimentos permitiram em muitos casos apresentar soluções que traziam um retorno maior ao que esperado.

Um exemplo que pode ser citado é a aplicação do conceito de micro-serviços para a realização da configuração deste equipamento. Em grande parte dos casos, os equipamentos de TA são configurados de tal forma que o envio dos parâmetros seja realizado de uma única vez, seja através de arquivos XML ou outro formato proprietário. Isto faz com que na maior parte das situações seja necessário o reinício de todo o sistema para que as configurações tenham efeito. No RPMF, a parametrização do equipamento leva em consideração quais informações de fato impactam nas medições, cálculos e detecção de eventos no sistema elétrico e só aplica a reinicialização do sistema caso algum parâmetro alterado esteja nesse conjunto de informações. Caso contrário, as alterações são realizadas de forma em que não há impacto no *core* da aplicação, que é adquirir dados, calcular grandezas elétricas e realizar detecção de eventos de perturbação. Isto só foi possível pelo conhecimento da equipe de TA sobre as características dos requisitos do sistema aliado ao conhecimento em TI sobre micro-serviços.

O resultado do trabalho da equipe de TA no desenvolvimento deste projeto resultou no único equipamento desenvolvido no Brasil que faz parte do circuito primário de monitoramento das unidades geradoras em ITAIPU. O equipamento encontra-se em operação desde outubro de 2014 e não apresentou falha com relação a disponibilidade.

Este equipamento também foi o primeiro DFR a utilizar a tecnologia IEEE 1588v2 para a realização de sincronismo de tempo, em atendimento ao especificado à norma de medição e difusão fasorial IEEE C37.118. Esta tecnologia, além de garantir um maior sincronismo entre as unidades de medição, utiliza o mesmo meio físico para transferência de dados (rede *ethernet*).

Estas características apresentadas são alguns dos resultados obtidos neste projeto com a utilização de uma equipe de TA, que busca trazer os conceitos mais relevantes no desenvolvimento de sistemas de TI para o mundo de automação, melhorando as funcionalidades implementadas e proporcionando melhorias ao produto final e sempre respeitando os rígidos critérios de disponibilidade e confiabilidade pertinente a estes sistemas.

Figura 4 – Registrador de Perturbações e Medição Fasorial desenvolvido pela equipe de TA do PTI.

5.0 - CONCLUSÃO

Com a ampliação da utilização das tecnologias digitais aplicadas em ambientes industriais, é inevitável que o profissional para atuar no desenvolvimento de projetos e sistemas para este meio adquira conhecimentos relacionados às áreas de TI e TA. No PTI, buscou-se um caminho para criar este profissional através da especialização dos colaboradores de TI que já atuavam em projetos desta natureza.

Frente a este desafio, a caracterização junto ao departamento de Recursos Humanos de uma carreira para o profissional de TA e, consequente elaboração das atividades e deveres deste, auxiliaram a expor para a alta diretoria a importância deste perfil e os benefícios que a instituição poderia obter com a sua formalização.

O PTI, que na figura do LASSE executa projetos de automação voltados para o sistema elétrico, obteve então inúmeros resultados positivos, destacando os seguintes:

- Melhoria na comunicação com os clientes e parceiros com relação às soluções e suas utilizações, passando por todo o ciclo de desenvolvimento de *software*;

- Maior integração entre as equipes de analistas de automação e engenheiros que atuam no LASSE;

- Redução no tempo necessário para entendimento do domínio do problema dos projetos, desde que o projeto esteja dentro da temática de sistemas elétricos de potência;

- Motivação dos profissionais de TA em sua atuação nos projetos, uma vez que há uma formalização sobre sua evolução profissional dentro do PTI;

- Os analistas de TA propõem inovações mais coerentes nos projetos de TA, sabendo das limitações do ambiente industrial e seus requisitos de disponibilidade e confiabilidade; e

- Formação de profissionais altamente qualificados na região para atuar em qualquer projeto de TA voltados para o SEP.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ANSI/ISA-95.00.01-2000, Enterprise-Control System Integration Part 1: Models and Terminology.

(2) TICs na Automação. Revista Controle & Instrumentação – Edição no 172 – 2011.

(3) TI e TA: convergência ou divergência? Disponível em http://computerworld.com.br/blog/opiniao/2012/08/06/ti-e-ta-convergencia-ou-divergencia

(4) Alinhando TA e TI. Disponível em https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/tlcbr/entry/alinhando_ta_e_ti

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Rodrigo Bueno Otto:

Natural de Curitiba-PR,
Engenheiro eletricista formado pela Universidade Federal do Paraná (UFPR, 2009). Especialista em Engenharia de segurança do trabalho pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE, 2011), especialista em Gerenciamento de projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2012) e especialista em Energias renováveis com ênfase em biogás pela Universidade da Integração Latino-Americana (UNILA, 2013). Mestre em Engenharia de energia na agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE, 2015). Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP) Atualmente é coordenador do Laboratório de Automação e Simulação em Sistemas Elétricos (LASSE) em Foz do Iguaçu – PR desde 2010.

Marcos Vinícius Alves Bálsamo:

Natural de Foz do Iguaçu - PR,
Possui graduação em Desenvolvimento de Sistemas de Informação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2015). Atualmente é Analista de TA da Fundação Parque Tecnológico Itaipu – Brasil atuando no Laboratório de Automação e Simulação em Sistemas Elétricos (LASSE) em Foz do Iguaçu – PR. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas da Computação e Infraestrutura Ágil para aplicações embarcadas.

André da Silva Barbosa:

Natural de Foz do Iguaçu - PR,
Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste (2007). Atualmente é Analista de TA Pleno da Fundação Parque Tecnológico Itaipu – Brasil atuando no Laboratório de Automação e Simulação em Sistemas Elétricos (LASSE) em Foz do Iguaçu – PR. Atua desde 2008 no desenvolvimento de aplicações para o sistema elétrico de potência. Mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia e Elétrica e Computação da Unioeste.