



**Grupo de Estudo de Aspectos Empresariais e de Gestão Corporativa e da Inovação e da Educação e de Regulação do Setor Elétrico-GEC**

**O CONHECIMENTO TÁCITO NO SETOR ELÉTRICO: VANTAGENS E DESENVOLVIMENTO**

**MARCELLE LA GUARDIA LARA DE CASTRO\*(1); SAMIRA NAGEM LIMA(1); RODRIGO RIBEIRO(2); FRANCISCO DE PAULA ANTUNES LIMA(2); Situated(1); UFMG(2);**

**RESUMO**

O conhecimento tácito vem sendo reconhecido pelas empresas como uma importante fonte de eficiência e segurança. No entanto, os sistemas de gestão têm como base que este tipo de conhecimento pode ser explicitado e transferido por meio de procedimentos operacionais. Este trabalho propõe outra abordagem, que reconhece que nem todo conhecimento tácito pode ser formalizado e apresenta uma metodologia para proporcionar uma gestão mais eficiente, focada na atração, desenvolvimento e retenção do conhecimento tácito. O trabalho apresentado foi realizado na geração de energia, mas se aplica a qualquer área do setor elétrico, especialmente em treinamentos e projetos de automação.

**PALAVRAS-CHAVE**

Conhecimento, Tácito, Treinamento, Expertise, Automação.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O conhecimento tácito é um tipo de conhecimento adquirido com o acúmulo de experiência em práticas específicas (1). Por exemplo, ao participar de um coletivo de trabalho, como o de operadores de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), um novato acaba por desenvolver determinadas habilidades e se tornar capaz de realizar os julgamentos necessários para uma operação segura, eficiente e eficaz e, em particular, das usinas nas quais ele adquiriu o conhecimento tácito. Ou seja, o conhecimento tácito é adquirido e aplicado de maneira “situada” (2).

O conhecimento tácito é a maior fonte de lucratividade sustentável das empresas. Pessoas experientes, com muito conhecimento tácito no que fazem, agem de maneira rápida, acertada e com segurança. Elas têm alta produtividade e erram menos. Além disso, elas conseguem antecipar e prevenir problemas e acidentes. Em suma, o conhecimento tácito não só produz riqueza como também evita aquilo que deve e é passível de ser evitado: problemas e acidentes que podem comprometer investimentos realizados, seja em termos materiais (ex.: quebra de canais, equipamentos, etc.) ou humanos (ex.: acidentes com afastamento de pessoas experientes).

Do ponto de vista das pessoas, o conhecimento tácito é a base do profissionalismo e dos coletivos de trabalho que reproduzem e transformam as suas práticas ao longo do tempo. Desenvolver o conhecimento tácito é se tornar um profissional autônomo dentro de um grupo de profissionais, onde os saberes são compartilhados, sem a perda do “estilo” de cada um (3). Assim, há sempre aspectos compartilhados entre os experts de uma prática, mas também aspectos individuais que contribuem para que as práticas sejam questionadas e aprimoradas e para que o coletivo de trabalho seja mais do que a simples soma de indivíduos uniformes. Ao contrário do senso comum que afirma que ninguém é insubstituível, o conhecimento tácito é sempre pessoal, o que torna cada um de nós único. Todo trabalhador experiente que se aposenta leva consigo um patrimônio, tacitamente acumulado graças às situações que viveu ao longo de sua vida profissional.

(\*) Avenida Prudente de Moraes, nº621 – Loja 13 – CEP 30.350-143 Belo Horizonte, MG – Brasil  
Tel: (+55 31) 2520-5941 – Email: marcelle.laguardia@situated.com.br

Apesar de o conhecimento tácito ser tão relevante para as empresas e para seus profissionais, ele é difícil de ser adquirido, não pode ser inteiramente colocado em regras e procedimentos e, por estar na experiência vivida e incorporada das pessoas, não pode ser simplesmente “transferido” de uma pessoa para outra. O máximo que uma pessoa experiente pode fazer é auxiliar outra pessoa a desenvolver o seu próprio conhecimento tácito. No entanto, faltam instrumentos adequados para favorecer o diálogo entre novatos e experientes, além de os procedimentos operacionais padrão (POPs) usuais serem insuficientes tanto em seus conteúdos quanto nos aspectos práticos.

Essas questões serão tratadas a partir de um projeto de pesquisa aplicada que respondeu a uma demanda de uma empresa em processo de automação de suas PCHs. Preocupada com a perda de eficiência operacional com a operação remota e demissão de operadores locais experientes, procurou a equipe dos autores com dois objetivos principais: (i) Promover, reter, desenvolver e difundir o conhecimento tácito da operação local de usinas PCHs; e (ii) Compreender como esse conhecimento pode ou não ser replicado na operação remota ou somar a essa por meio de um “modelo de co-operação”, maximizando resultados e diminuindo os riscos em cada caso.

## 2.0 - METODOLOGIA

A percepção é a maneira como os operadores “leem” o mundo ao seu entorno, seja para perceberem o que está acontecendo, o que está em vias de acontecer (no caso da antecipação) ou para verificar como o mundo responde às suas intervenções (ou não intervenções) na operação ou na manutenção. Com base nas suas percepções do processo produtivo, do seu conhecimento sobre ele e da sua experiência, os operadores podem ou não agir sobre o processo para responderem às determinadas solicitações vindas da produção, como um canal que está “pesado” e pode vir a romper se nada for feito.

Essa ligação entre percepção, cognição, emoção e ação é estudada por um ramo da Ergonomia Francesa denominado “Teoria do Curso da Ação” (4). Tal teoria tem como objetivo mostrar como todas essas facetas da ação interagem no decorrer da ação do trabalhador, cuja atuação está sendo analisada. Por isso, a construção das árvores de julgamento e das árvores sequenciais apresentadas neste trabalho são construídas em três etapas.

Primeiramente, foi realizada a análise do trabalho, neste caso, da atuação diária do operador de PCHs. As atividades foram priorizadas pela Diretoria e Gerência de Operação da empresa de geração, de acordo com o impacto dessas para se ter uma produção eficiente de energia e para a segurança das PCHs e das comunidades ao seu entorno. Foram analisadas, para cada atividade em questão, situações específicas, com dados específicos, que solicitaram uma ação específica dos trabalhadores. Isso ocorre porque cada ação é singular, no sentido de que ela é delineada pelas particularidades do momento (chuva, demanda, equipamentos, etc.), do passado (histórico de problemas ou quebras, situações semelhantes, sucessos e insucessos vividos ou ouvidos, etc.) e do futuro (consequências da ação, onde se quer chegar, o que se quer evitar, etc.). Após a análise de várias situações singulares, vai-se para a segunda etapa.

A segunda etapa consiste na junção de todos os principais pontos que apareceram nas situações específicas analisadas em um “quadro geral”, que possibilite mostrar os principais julgamentos, ações e contextos e a experiência por detrás das atividades analisadas. Esse “quadro geral” são as árvores de julgamento e as árvores sequenciais. Essas árvores apresentam o que está por detrás da ação segura e eficiente dos operadores de PCHs, tanto em relação a atividades de produção, como de vigilância de sistemas automatizados e de antecipação de eventos indesejados. Ou seja, a expertise dos operadores é relevante tanto pelo que ela produz de positivo (energia, reprodução de boas práticas, etc.) como pelo que ela evita (acidentes, desastres, etc.).

Por fim, tem-se a terceira etapa, denominada de “autoconfrontação”. Nesta etapa, as árvores desenhadas foram mostradas e discutidas com os operadores para verificar se a análise do trabalho realizada corresponde à realidade da sua operação. Tal etapa é entremeada com as demais, no sentido de que a checagem das análises é feita continuamente. Porém, existe um momento, no final da análise, onde todo o quadro geral é discutido e checado com os trabalhadores mais experientes para garantir a qualidade e aderência da análise.

## 3.0 - CONHECIMENTO TÁCITO NAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

As usinas deste complexo são em cascata e abastecidas por uma barragem de acumulação. A água que sai da barragem é controlada por uma válvula e chega até às usinas pelo rio principal, sendo que, a cada usina, há uma pequena barragem de contenção para direcionamento da água do rio para o canal, através de comportas. Tanto o rio principal quanto os canais possuem ao longo de sua extensão contribuintes de água. Nos casos dos contribuintes do canal, a mesma lógica de barragem-comporta é aplicada. Além das três usinas em cascata analisadas, há também uma quarta que é abastecida por outra barragem de acumulação.

A seguir, apresentamos como o conhecimento tácito foi parcialmente formalizado para a construção da Trilha de

Treinamento e Desenvolvimento de operadores das PCHs. Escolhemos duas atividades para serem apresentadas neste Informe Técnico do XXV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica: o Ajuste Fino e a Partida de Unidade Geradora.

### 3.1 O Ajuste Fino

O ajuste fino é a ação do operador local de aumentar ou diminuir a potência das Unidades Geradoras (UGs), alterando a carga destas. A partir da programação de geração, repassada ao operador local pela equipe de planejamento hidroenergético, o ajuste fino permite o cumprimento mais próximo da meta repassada, dentro dos limites operacionais da usina no momento, de modo a manter a operação o mais estável ao longo do tempo, ou seja, com o objetivo de evitar outro ajuste no curto prazo.

O que é necessário para tomar a decisão de realizar o aumento ou a diminuição da potência da máquina? Como saber o momento em que o ajuste deve ser realizado? Qual a melhor variação de ajuste na potência da máquina a ser feito neste momento? Para realizar o ajuste fino, o operador considera vários fatores, tais como: (i) a economia e melhor uso da água, gerindo a quantidade de água disponível para a geração naquele momento e de acordo com o planejamento recebido (que leva em conta a geração do dia, a mensal e a anual); (ii) um melhor aproveitamento possível do equipamento, ou seja, o quanto consegue aproveitar de cada UG em cada usina, considerando suas especificidades, limites e desempenhos; e (iii) a proteção dos ativos da empresa, preservando as máquinas e a segurança dos canais contra quebras e possíveis problemas às comunidades no entorno das usinas.

Ao fazer a análise do que o operador percebe no mundo (seja através da visão, olfato, tato...) e de quais julgamentos ele realiza para fazer o ajuste, construímos uma “Árvore” (Ver Figura 1) com os julgamentos principais (círculos azuis claro e escuro) e o que ele percebe, denominado aqui de “âncoras” (quadrados laranjas claro e escuro). Além da indicação da localização dos julgamentos e âncoras (barragem, canal, usina ou subestação), eles também foram representados de acordo com a sua temporalidade: histórico do operador (sua experiência), passado recente, presente e futuro (projeções/antecipações que o operador faz para aquela ação).

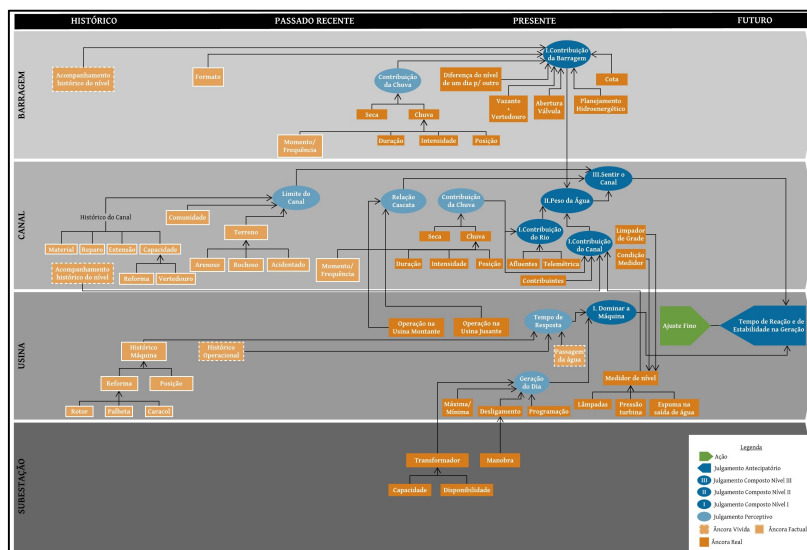


FIGURA 1 – Árvore de Julgamento: Ajuste Fino

Para realizar o ajuste fino, o operador local faz um julgamento antecipatório do tempo de reação e de estabilidade na geração. Ou seja, ele faz duas antecipações: (i) do tempo necessário de resposta ao ajuste para aquela situação (por exemplo, se existe a suspeita de que o canal pode transbordar, ele precisa de uma resposta mais rápida e, assim, o ajuste de potência tende a ser maior); e (ii) do tempo de estabilidade do ajuste, isto é, por quanto tempo aquele ajuste será suficiente para garantir a geração, sem a necessidade de ser feita uma nova regulagem no curto prazo. Esse julgamento antecipatório é de alta complexidade e está relacionado a uma antecipação (futuro), que, para ser feita, é necessário realizar dois julgamentos compostos no momento do ajuste (presente). São eles: o de “Sentir o Canal” e o de “Dominar a Máquina”.

O julgamento “Sentir o Canal” é feito no momento da ação (presente), e está relacionado à quantidade de água no canal (contribuição da água da barragem, do rio e do canal), e à experiência (passado recente) do quanto esse canal suporta (limite do canal) e qual a relação dele com a operação das outras usinas (relação cascata).

O julgamento de “Dominar a Máquina” formaliza a experiência do operador com cada máquina nas usinas, ou

seja, sua percepção a respeito das características e história da UG e como isso impacta no tempo de reação ao ajuste e na estabilidade da geração. É formado pela percepção do tempo de resposta de cada máquina no momento presente do ajuste fino (Tempo de Resposta) e pela percepção da geração daquela máquina no dia (Geração do Dia). Esse domínio é importante para se conhecer o limite que a máquina impõe a cada ajuste e como ele deve ser feito para manter a geração das usinas com o maior aproveitamento possível.

### 3.2 A Partida de Unidade Geradora

A partida de Unidade Geradora (UG) é realizada com maior frequência no período de chuvas, devido aos desligamentos por descarga elétrica ou para aproveitamento da água de enchentes. Por isso, está diretamente relacionada à produtividade da usina e o ideal é que ela seja efetuada de maneira rápida.

Para realizar a partida, o operador deve selecionar um dos dois modos de operação: “Partida Automática” ou “Partida Manual”, escolhida de acordo com a situação: se a operação está remota ou local, se há possibilidade de realizar automaticamente ou não, etc. No primeiro modo, as sequências são executadas sequencialmente e sem a intervenção do operador durante o processo. Na segunda, o operador é quem irá acionar cada uma das etapas, sempre na sequência determinada. Quando o operador local for realizar a partida, o modo “local” deve estar selecionado no painel da usina.

Ao fazer a análise de como o operador realiza uma partida de UG, construímos uma “Árvore”, que sintetiza as etapas seguidas nessa atividade e destaca as âncoras, julgamentos e perguntas a serem feitas sobre o contexto para cada ação. A Árvore de Partida de Unidade Geradora está dividida em 4 fases, a saber: VERIFICAÇÃO, INSPEÇÃO, PARTIDA E GERAÇÃO. Para a elaboração dessa Árvore Sequencial, foi feita a análise desta atividade antes e após a automação das usinas, mostrando também as mudanças ocorridas após o processo de automatização.

A fase de VERIFICAÇÃO consiste na análise do canal de adução para levantamento e análise dos riscos verificados para a partida e pela checagem das condições dos transformadores. Nesta fase, o operador toma a decisão de prosseguir com a atividade ou adiar a partida para preparo do canal, sendo que esta última situação ocorre quando ele encontra uma dessas duas situações: (i) a água não está suficiente, mas o transformador está dentro do seu limite de operação, ou (ii) a água é suficiente, mas o transformador já chegou ao limite máximo de operação.

Na fase de INSPEÇÃO, uma sequência de ações para examinar as condições para a partida é realizada, de modo que potenciais falhas sejam identificadas antes de dar continuidade. Segue-se, então, a fase de PARTIDA, que abrange as etapas propriamente ditas para fazer o gerador entrar em sincronismo. Por fim, com a máquina já sincronizada e ligada, o operador deve colocar carga no gerador, o que requer análise prévia para julgar se a água no canal é suficiente para o que foi determinado na programação. Esta última fase é denominada GERAÇÃO.

A Árvore Sequencial é constituída por uma sequência de 29 etapas, que podem ser ações diretas do operador, representadas pelas setas verdes, ou podem ser automações realizadas pelo sistema, representadas por setas cinzas. Dois caminhos podem ser percorridos: (i) o caminho previsto e esperado, em que não haverá falhas ou problemas e (ii) o caminho não previsto, quando há ocorrências não esperadas, tais como os gargalos que deverão ser solucionados para dar continuidade ao processo.

A Figura 2 – (a) exemplifica essas duas possibilidades. Nesse caso, o caminho previsto, indicado pela seta vertical para baixo, é, primeiramente, verificar se a água é suficiente para a partida de UG e, se constatado que a água é suficiente, o operador verifica a situação dos transformadores. Já o caminho não previsto, indicado pelas setas horizontais para a direita, é tomado pelo operador quando ele se depara com quantidade de água insuficiente, que é uma situação indesejada. Porém, se a Árvore se limitasse à representação apenas das ações, não seria possível conhecer o que está por trás da ação do operador e o leva a agir daquela forma naquele contexto. Assim, vamos além dos comportamentos observáveis, apresentando o que o operador percebe e quais os pontos principais do contexto influenciando a sua ação, como mostra a Figura 2 – (b).

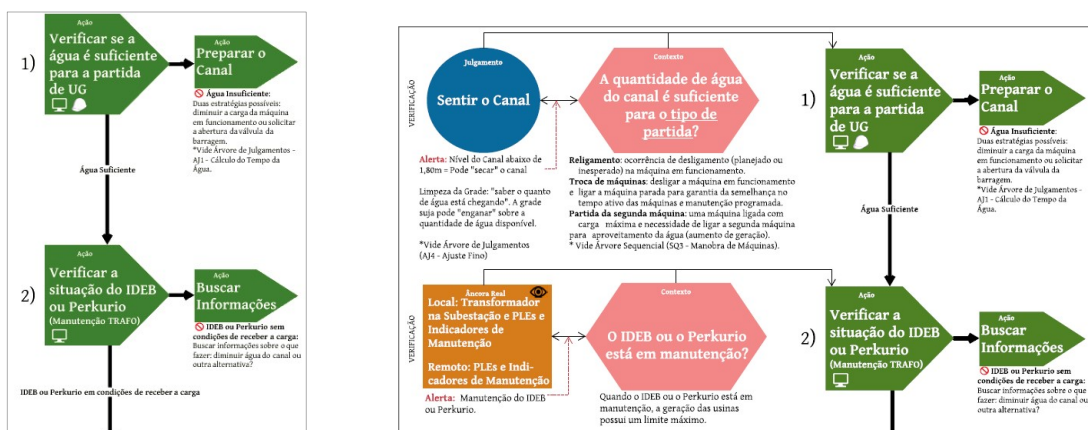


FIGURA 2 – (a) – Sequência de Ações

FIGURA 2 – (b) – Sequência de Ações com Âncora, Julgamento e

Contexto

Além das ações que permanecem presentes após a automação, foram destacadas as etapas automatizadas e que não implicam mais em uma ação direta do operador sobre ela. A presença dessas etapas na Árvore permite ver aquilo que foi mantido e aquilo que foi substituído ou automatizado. Saber o que está por trás dessas etapas automatizadas pode auxiliar nos diagnósticos prévios realizados pelos operadores em casos de falhas. Assim, antes mesmo de acionar a Manutenção, a equipe de operação tem a chance de detectar o problema e resolvê-lo, ou de acelerar o diagnóstico para a equipe de Manutenção.

É importante destacar que há dois tipos de etapa automatizada: aquelas em que os parâmetros permanecem visíveis e aquelas em que eles foram inteiramente substituídos pelo sistema e não existem mais, como mostra a Figura 3. Na etapa 17 de “conferir a pressão”, o operador consegue acompanhá-la para fins de diagnóstico, mas na etapa 18 de “ligar a chave de sincronismo”, como ela não existe mais, não há mais um caminho de ações em caso de falhas ou problemas.

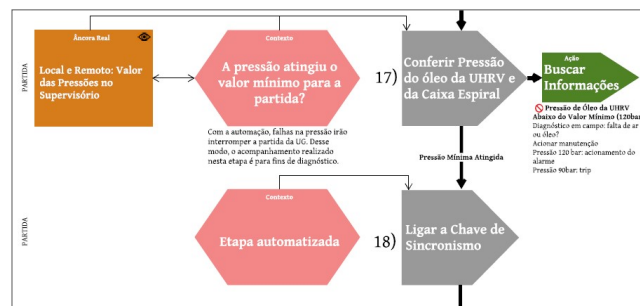


FIGURA 3 – Etapas Automatizadas

Mostrar o que está por trás da tomada de decisão do operador e que eles não conseguem verbalizar sozinhos, pois são habilidades tácitas – como aquilo que o operador visualiza na situação, escuta, toca (as chamadas âncoras reais) ou o contexto daquele momento ou as perguntas que o levaram àquela ação, e que estão em sua memória devido aos anos de experiência como operador – revela-se essencial para diferentes fins, como, por exemplo: treinamentos (auxiliado também pelo direcionamento das perguntas dos treinandos aos experientes sobre o que perceberam naquela situação, se sempre ocorre dessa forma, se há outra forma de fazer), análise da automação, realização de visita guiada de operadores remotos, etc.

Na representação das âncoras reais, colocou-se aquilo que o operador local e o operador remoto têm acesso, ou seja, onde e o que olham ou escutam (Figura 4). Quando a âncora está presente nos dois, localmente e no sistema, os dois operadores podem realizar a ação. Já quando a âncora não está disponível para a equipe remota, é necessária a comunicação entre os operadores locais e remotos para realizarem conjuntamente a tomada de decisão ou executar a ação, demandando assim uma co-operação. Assim, em cada seta que representa uma ação (as verdes), há os desenhos indicando se a etapa é executada remotamente (desenho da tela do sistema), localmente (desenho do capacete) ou em co-operação (tela + capacete).

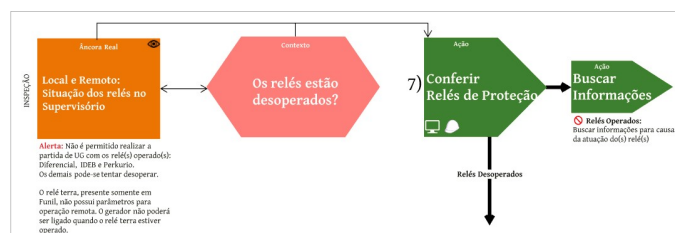


FIGURA 4 – Âncoras e Contexto da Ação

Por fim, do lado direito da Árvore Sequencial é possível visualizar as especificidades de cada uma das 4 usinas analisadas para uma determinada ação. Esse quadro das especificidades é dinâmico, e pode ser modificado pelos operadores, acrescentando e retirando informações sempre que julgarem necessário. A Figura 5 mostra uma das páginas da Árvore Sequencial – Partida de Unidade Geradora com os elementos destacados aqui.

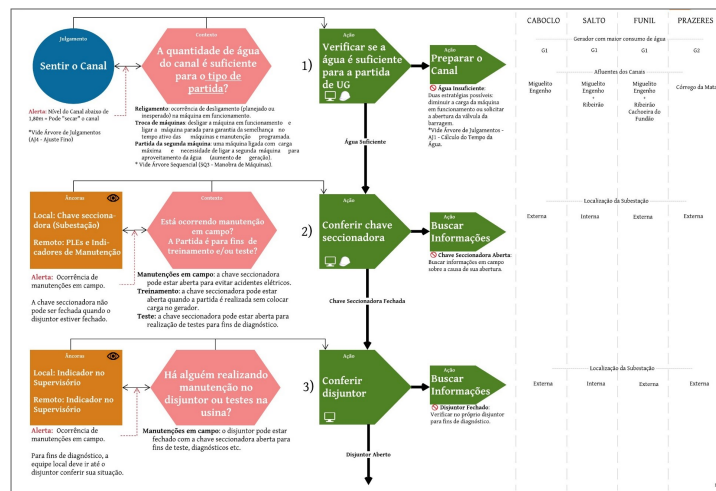


FIGURA 5 – Árvore Sequencial: Partida de Unidade Geradora

#### 4.0 - MODELO ANALÍTICO

O “Modelo Analítico Operação Local x Remota” teve como objetivo principal criar as condições para se analisar a automação – já existente ou futura – de uma determinada atividade, verificando sua “aderência” à atividade executada localmente. Com isso, é possível: (i) aprimorar sistemas automatizados já em uso; (ii) conceber sistemas de automação mais aderentes (evitando retrabalho posterior) e (iii) identificar as atividades nas quais faz-se necessária uma co-operação entre os operadores remotos e locais, mesmo após finalizado o processo de automação. Essa última análise permite também o refinamento de uma matriz de responsabilidades entre a operação remota e a local, dando suporte para um dimensionamento de equipes adequado às necessidades de geração e, ao mesmo tempo, de proteção de ativos.

Um sistema automatizado pode ter, como parte de seus algoritmos, regras de desarme ou de alarme, por exemplo, caso o processo atinja uma determinada temperatura ou o nível de material em um tanque chegue a uma determinada altura. Porém, a habilidade de realizar julgamentos antecipatórios pelos operadores de PCHs é uma parte relevante de sua atividade e isso só é possível porque a percepção humana traz consigo o sentido da situação. A percepção de risco e de urgência, por exemplo, só aparece para quem possui um corpo humano, que consegue antecipar as consequências se algo der errado.

A automação, somada aos padrões e procedimentos operacionais, tenta sistematizar aspectos da experiência humana, mas será sempre dependente dela. Isso não implica que uma automação não possa substituir alguns operadores de campo por um só operador remoto ou que a automação não funcione. Isso só mostra que o conhecimento tácito não pode ser totalmente formalizado e aquilo que é produzido com a dita “formalização” (procedimentos, regras, algoritmos, automatismos, etc.) depende do conhecimento tácito de profissionais experientes para poder funcionar bem ou ser bem utilizado. O Quadro 1 apresenta o Modelo Analítico criado para analisar a automação das PCHs. Assim, quando:

- uma âncora for reproduzida no supervisorio e para a operação remota, isto é, se ela está exatamente como é percebida no próprio equipamento, a operação poderá ser remota;
- uma âncora for transformada para o supervisorio e para a operação remota, isto é, se houver uma mudança na forma como ela é percebida no próprio equipamento, a operação poderá ser remota, desde que se verifique a robustez desta automação;
- uma âncora não for disponibilizada para a operação remota, estando apenas presente no próprio equipamento ou em campo, a operação deverá ser conjunta entre equipe local e remota;
- uma âncora estiver embutida no sistema ou for substituída, a operação deverá ser conjunta entre a equipe local e remota, principalmente para a realização de diagnósticos.

Quadro 1 – Modelo Analítico Partida de Unidade Geradora

ÁRVORE SEQUENCIAL 14: PARTIDA DE UNIDADE GERADORA									
Etapa	Descrição	Âncoras				Situação da Âncora Operação Remota	Potenciais Consequências	Pontos Críticos/ Sugestões Relevantes	VISITA GUIADA
		Âncoras Operação Manual	Tipo Operação Manual	Operação Localíssimo + Local	Operação Remota				
1	Preparação do canal	AR1: nível do canal e nível na tomada d'água		Presente	Presente			OPERAÇÃO REMOTA: considerando medição do nível na tomada d'água disponível no Supervisório do COG. CO-OPERAÇÃO: análise de potenciais consequências, condições.	Vide Visita Guiada - Ajuste Fino
2	Conferir chaves seccionadoras	AR1: Chaves seccionadoras	Visual	Presente: Supervisório (indireta)	Presente: Supervisório (indireta) + PLÉs	Mantida	Acidentes em campo, danos a equipamentos.	Além de as âncoras serem indiretas, há baixa confiabilidade na metodologia de liberação de equipamentos. CO-OPERAÇÃO: dupla checagem em caso de manutenções. OPERAÇÃO REMOTA: Sugere-se acrescentar esta etapa na tela de "Partida de Unidade Geradora" do Supervisório. Alternativamente, pode-se colocar no procedimento a sua verificação antes do início do processo de partida. A primeira opção impede o esquecimento e diminui o esforço cognitivo. Ressalta-se a importância de haver comunicação específica entre o COG e a equipe local (manutenção e/ou operação) na conferência da chave seccionadora. O acompanhamento das PLÉs e verificação de bloqueios também são importantes para identificar se há manutenção em campo no momento da partida de Unidade Geradora.	Ver a operação da chave seccionadora e entender sua função na criação de barra morta e desenergização para manutenção. Discussão no local de potenciais problemas ou acidentes caso uma chave seccionadora seja fechada erroneamente.
				Presente: Localíssimo	Ausente	Não disponibilizada			
3	Conferir disjuntores	AR1: Indicador no próprio Disjuntor On/Off	Visual	Presente: Supervisório	Presente: Supervisório	Mantida	-	CO-OPERAÇÃO: diagnóstico corretivo.	Entender em campo a relação entre as chaves seccionadoras e os disjuntores e as consequências de sua operação.

## 5.0 - CONCLUSÃO

Foram analisadas 19 atividades críticas dos operadores locais, que permitiram a identificação de 347 âncoras, nas quais os operadores se baseiam para realizar julgamentos e agirem com maior segurança e eficiência operacional. A partir das análises, foram elaboradas 06 (seis) Árvores de Julgamento, 13 (treze) Árvores Sequenciais e 09 (nove) Listas de "Pontos Críticos" para a execução das atividades, ressaltando sempre as especificidades das usinas. O material foi consolidado em três produtos: (i) uma "Trilha de Desenvolvimento e Nivelamento de Operadores de Usinas PCHs"; (ii) um "Modelo Analítico: Operação Local x Remota (similaridades/diferenças)"; e (iii) um levantamento de pontos para a "Visita Guiada" de operadores remotos.

As Árvores explicitam as regras tácitas (know-how) e os principais julgamentos e âncoras que embasam a ação dos operadores locais experientes e resgatam, da história e memória desses, os pontos críticos e as especificidades relevantes para a operação eficiente e segura das usinas. Assim, as Árvores de Julgamento e Sequencial contribuem para: a qualificação dos operadores locais; a qualificação inicial dos operadores remotos; e o refinamento da automação atual ou de novos projetos.

O Modelo Analítico "Operação Local x Remota" oferece uma estrutura conceitual para comparar as âncoras disponibilizadas (ou a serem disponibilizadas) para os operadores remotos em relação às utilizadas pelos operadores locais. Esse Modelo Analítico contribui para:

- explicitar e separar as ações que podem ser totalmente feitas pelos operadores remotos ou que foram "transferidas" para o sistema automatizado daquelas que, dada a atividade em análise e a automação existente, só podem ser realizadas pelos operadores locais ou em conjunto com os operadores remotos;
- refinar a automação, ao identificar as âncoras que são a base das ações e julgamentos dos operadores locais e que ainda podem (ou devem) ser disponibilizadas para a atual (ou futura) operação remota; e
- conceber projetos de automação mais aderentes à realidade, auxiliando na identificação da relevância e localização dos sensores, medidores, atuadores, etc., relativos às atividades a serem transferidas para a operação remota ou a serem totalmente automatizadas.

O Modelo Analítico também alerta que a transição de uma "operação local" para uma (potencial) "operação totalmente desassistida" exige uma análise técnica do que pode ser efetivamente realizado pelo operador remoto, levando-se em conta cada atividade e o nível de automação atual. Uma transição acelerada, sem essa análise técnica, pode trazer riscos consideráveis para a geração (erros e paradas), para os ativos e a segurança no trabalho e da comunidade local (interrupção de acessos, inundações, perdas, etc.). Nesse sentido, o Modelo Analítico e as Árvores de Julgamento e Sequencial são utilizados como:

- embasamento técnico para identificar as atividades que exijam a participação dos operadores locais e analisar a implementação de um "Modelo de Co-operação entre Operação Remota e Local para Decisões Coletivas" e a construção ou refinamento das Matrizes de Responsabilidade;
- suporte para a análise de trade-offs técnicos, sociais e financeiros de uma operação (mais ou menos) desassistida em cada uma de suas usinas atuais ou a serem adquiridas. Essa análise deve levar em conta o investimento a ser realizado (ou já efetivado) vis-à-vis a automação possível (ou já existente), a redução de custos prevista (ou já obtida) e os potenciais riscos envolvidos (ou já assumidos);
- base para o dimensionamento das equipes, juntamente com a análise dos trade-offs proposta acima; e
- meio de promover uma maior troca de experiências e aprendizagem entre os operadores locais e

remotos.

Em suma, esse trabalho contribui para uma maior produtividade, rentabilidade e segurança por meio da(o):

- garantia e manutenção de uma gestão da água e geração refinadas, bem como pela antecipação e prevenção de erros, acidentes e paradas prolongadas;
- proteção da comunidade e dos ativos (barragens, canais, usinas, etc.);
- manutenção da “Licença Social para Operar (LSO)”, concedida pelas comunidades locais, quando se evitam acidentes ambientais ampliados.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) POLANYI, Michael. **The Tacit Dimension**. Massachusetts: Peter Smith, 1983.
- (2) RIBEIRO, R. **Tacit knowledge management**. Phenomenology and the Cognitive Sciences, 12, 2013.
- (3) CLOT, Y. **A função psicológica do trabalho**. Petrópolis: Vozes, 2006.
- (4) THEUREAU, J. **O curso da ação: método elementar**. Ensaio de antropologia enativa e ergonomia de concepção. Belo Horizonte: Editora Fabrefactum, 2014.

## 7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



### **Marcelle La Guardia**

Possui experiência no planejamento e aplicação de metodologias de análise cognitiva da atividade e do curso da ação, com vistas à implementação de projetos técnicos e organizacionais mais aderentes à realidade do trabalho. Atuou em empresas do setor elétrico, petroquímico e de mineração na implementação de projetos de gestão de riscos, cultura de segurança e eficiência da organização do trabalho, visando à aprendizagem e à manutenção da expertise em equipes de trabalho. É mestre em Engenharia de Produção (UFMG, 2016) na linha de pesquisa “Estudos Sociais do Trabalho, da Tecnologia e da Expertise” e graduação em Psicologia (UFMG, 2014) com ênfase em Processos Psicossociais: Psicologia do Trabalho.



### **Samira Nagem**

Possui experiência no planejamento e aplicação de metodologias de análise cognitiva da atividade e do curso da ação, nas áreas de mineração e fabricação de locomotivas, atuando tanto em projetos de concepção de linhas de produção quanto no uso dessas metodologias para favorecer a usabilidade e a eficiência em projetos de equipamentos, sistemas informatizados e processos organizacionais. É mestre em Engenharia de Produção (UFMG, 2015), com especialização em Análise da Atividade (UFMG, 2012) e graduação em Terapia Ocupacional (UFMG, 2010). De 2013 a 2015, foi Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (FAPEMIG) em projeto de pesquisa-ação na área de Gestão do Conhecimento Tácito e atuou fortemente na implementação dessas metodologias em um projeto de capital de CAPEX de US\$8 bilhões e 2.000 empregados.



### **Francisco Lima**

O Prof. Francisco de Paula Antunes Lima é especialista em análise de acidentes, análise de competências, saber tácito e capitalização da experiência em projetos, com base em metodologias que descrevem os processos cognitivos implicados no curso da ação, de modo a aprimorar a



usabilidade e a eficiência de equipamentos, sistemas informatizados e processos organizacionais. Dentre os projetos e consultorias realizadas em empresas, destacam-se pesquisas realizadas em controle de processos contínuos. Ele é graduado em Engenharia Mecânica (UFMG), possui mestrado na mesma área, com ênfase em Projeto (UFSC), e doutorado em Ergonomia (CNAM – Paris), no laboratório do Prof. Alain Wisner, onde foi desenvolvida a metodologia de AET – Análise Ergonômica do Trabalho. Posteriormente realizou o pós-doutoramento em Ergologia (Université de Provence – França), quando ampliou sua formação com em Análise Pluridisciplinar de Situações de Trabalho (APST).



**Rodrigo Ribeiro**

O Prof. Rodrigo Ribeiro é especialista na área de otimização de processos de transferência de conhecimento tácito e acordos internacionais de transferência de tecnologia. Ele é o autor da ideia de gestão do conhecimento tácito e um dos inventores das metodologias desenvolvidas e patenteadas pela UFMG. Ele possui doutorado em Sociologia do Conhecimento Científico e Tecnológico no Centre for the Study of Knowledge, Expertise and Science (KES) da Universidade de Cardiff, Reino Unido (2007). É mestre em Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais (Cardiff 2004, com Distinção) e Engenharia de Produção (UFMG, 1998), com especialização em Gestão Empresarial pela VALE-Fundação Dom Cabral (1992), tendo se graduado em Engenharia Civil (FUMEC 1991, Medalha de Prata). No ano de 2013, realizou pós-doutorado no Departamento de Engenharia Industrial da Universidade da Califórnia, Berkeley, com foco no uso da Fenomenologia da Percepção dentro de ambientes industriais.