



## GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA - GGH

### E-MONITORING: ANÁLISE DE DADOS COM MODELOS MACHINE LEARNING VISANDO A OTIMIZAÇÃO FINANCEIRA E A MODERNIZAÇÃO DOS ATIVOS

THIERRY CAILLAUD(1); LAÍS JERZEWSKI BORGES(1)  
EDF NORTE FLUMINENSE S.A.(1)

#### RESUMO

Diante de dificuldades na implantação de novas hidrelétricas, a melhoria operativa das hidrelétricas existentes se torna extremamente relevante. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta o sistema e-Monitoring, uma estrutura autônoma de soluções digitais desenvolvido pela EDF, que busca por meio de filtros condicionados instalados nas plantas identificar automaticamente anomalias, evitar indisponibilidades não programadas na geração, e otimizar o O&M de usinas hidrelétricas. Conforme será apresentado, por se tratar de uma estrutura autônoma, capaz de identificar precursores, interpretar dados e indicar ações para correção de anomalias, o sistema corrobora com a modernização das hidrelétricas existentes.

#### PALAVRAS-CHAVE

Modernização, Manutenção Preditiva, Sistemas de Monitoramento, e-Monitoring.

#### 1.0 INTRODUÇÃO

As fontes hidrelétricas encontram dificuldades na sua expansão no Brasil, em razão dos rebatimentos socioambientais, que dificultam a implantação de novos empreendimentos. Nesse contexto, a expansão do parque gerador do Sistema Interligado Nacional (SIN) está ocorrendo com base em fontes alternativas de energia que, apesar de agregarem características positivas para o SIN em razão do baixo impacto ambiental, também acabam por trazer fatores de intermitência para o Sistema, especialmente por conta da característica sazonal de sua geração.

Diante dessa característica, as fontes hidrelétricas existentes passam a ter um papel ainda mais relevante na estabilização da rede elétrica e na garantia do suprimento nos momentos de intermitência das fontes alternativas. Nesse contexto, é essencial se pensar na modernização do parque hidrelétrico existente, a fim de garantir uma maior disponibilidade desses ativos, reduzindo eventuais ineficiências técnicas e resguardando a segurança operativa do SIN.

Em atenção a essa necessidade, visando uma melhoria das manutenções dos ativos existentes do SIN, com baixos custos operativos, utilizando-se da expertise do Grupo EDF na operação de mais de 18GW de ativos em diversas nacionalidades, será apresentado no presente trabalho o modelo de *machine learning*, que busca por meio de filtros condicionados instalados nas plantas geradoras identificar automaticamente anomalias e evitar indisponibilidades não programadas na geração, programa este denominado e-Monitoring.

O objetivo do presente trabalho é descrever o desenvolvimento e o funcionamento desta ferramenta para que outros operadores de usinas em operação possam adotá-la em suas rotinas, a fim de garantir um melhor desempenho operativo. Destaca-se que a ferramenta já foi testada e é atualmente adotada em todos os ativos do parque gerador do Grupo EDF, se tornando fundamental para antecipar degradações e otimizar a estratégia de manutenção. Como será detalhado no presente trabalho, o desempenho global do parque gerador da EDF melhorou significativamente após a adoção do e-Monitoring, reduzindo em 20% a indisponibilidade forçada e em 35% os incidentes de partida de turbina.

Isto posto, o presente trabalho busca apresentar um detalhamento sobre o funcionamento do programa, os futuros desenvolvimentos do modelo, incluindo suas novas aplicações. A expansão da aplicabilidade desse programa para outras fontes geradoras, como termelétricas, também será abarcada no presente trabalho, demonstrando que é uma tecnologia que tem alto potencial de impacto e uma alternativa de baixo custo frente aos atuais produtos existentes no mercado.

Destaca-se que o objetivo da EDF com a pesquisa e desenvolvimento do sistema e-Monitoring foi criar uma ferramenta com a qual as equipes de O&M local não precisassem de muito tempo para produzir resultados, e sim desenvolver uma estrutura autônoma, capaz de identificar precursores, interpretar dados e indicar ações concretas para esclarecer e/ou corrigir a anomalia, ao mesmo tempo que corrobora com a modernização dos ativos em operação.

## 2.0 HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DO E-MONITORING

O Grupo EDF possui mais de 22 GW de hidrelétricas, com mais de 60 anos de operação, localizadas majoritariamente na Europa. Nos anos 2000, os índices médios de disponibilidade de tais ativos alcançavam patamares sensíveis, prejudicando a entrega eficiente da energia e o atendimento do Sistema Elétrico. Nesse contexto, diante de uma crescente demanda social e global do aprimoramento do desempenho das fontes limpas de energia, a EDF buscou soluções para a modernização dos ativos e para a melhoria dos seus índices de disponibilidade.

Considerando o *benchmark* setorial e o material divulgado por grandes associações, tais como a International Hydropower Association (IHA), observou-se que a opção usualmente adotada pelos empreendimentos hidrelétricos para a melhoria de performance era uma combinação de (i) *retrofit* de turbinas envelhecidas e outros equipamentos, com sua troca para equipamentos com tecnologias de *state-of-the-art*, ou seja, a reforma de equipamentos para melhorar a eficiência da usina, ou (ii) digitalização da operação com instalação de novos sistemas inteligentes de controle, e/ou monitoramento de condição inteligente e/ou sistemas de operação remota

Após um estudo aprofundado pelas equipes de Engenharia de Operação e Manutenção, comprovou-se que as operações de *retrofit* são muito desafiadoras em termos de CAPEX e de planejamento operativo de médio e longo prazo em um parque de ativos, uma vez que os empreendedores ao mesmo tempo que devem priorizar a realização das manutenções, também devem gerenciar os riscos das indisponibilidades e das exigências operativas do sistema elétrico.

Os sistemas digitais disponíveis para imediata aplicação à época, por sua vez, apesar de capazes de monitorar as condições da usina, eram incapazes de prever, com um elevado grau de antecedência e de confiabilidade, quando a situação da usina estaria degradada a ponto de permitir a realização dos *retrofits* dentro de um planejamento plurianual. Ou seja, apesar de colaborarem com o monitoramento do status 'atual' dos empreendimentos, não conseguiam prever o comportamento deles já no médio prazo.

Assim, diante desse cenário e da latente necessidade de aprimoramento do parque hidrelétrico existente, em 2007, a EDF optou por um caminho alternativo lançando um ambicioso programa de modernização do parque gerador – o embrião do e-Monitoring.

Utilizando-se dos dados de processo de diversas hidrelétricas, a EDF, por meio de seu departamento de pesquisa e desenvolvimento, criou o primeiro protótipo do e-Monitoring, com a missão de estruturar um sistema de supervisão em operação que garantisse uma capacidade de intervenção de análise em *background* para eventos de operação complexos e com precursores, completando as próprias ferramentas e competências já existentes de centros de controle e monitoramento remotos bem como as engenharias clássicas de O&M. O objetivo audacioso, à época, da EDF, era criar efetivamente uma ferramenta digital preditiva, que pudesse contribuir com a gestão das manutenções, indisponibilidades e performance das usinas.

Após 3 (três) anos de desenvolvimento do design do sistema e-Monitoring, em 2010, o protótipo foi implantado em 4 (quatro) usinas do Grupo, que apresentavam características e arranjos representativos da pluralidade do parque hidrelétrico da EDF: a UHE Pragnères (usina reversível), a UHE Montahut (reservatório de acúmulo com alta queda), a UHE de Brassac (reservatório de gestão semanal) e a PCH Palaminy (fio d'água), todas localizados nos Pirenéus, área englobando a fronteira entre a França e a Espanha.

Para viabilizar o acompanhamento do sistema, foi criada a primeira sala de controle remoto em Toulouse, no sul da França, dedicada ao monitoramento remoto dos empreendimentos e a gestão do sistema e-Monitoring, com a alocação de uma equipe própria de engenharia de manutenção e de programação para gestão do sistema.



Figuras 1 e 2 – Sala de Controle do e-Monitoring

O protótipo seguiu diversas etapas de validação, durante o curso de 6 (seis) anos, no qual percebeu-se que os resultados da experiência inicial foram além do esperado pois, além de ajudar a gerir melhor as indisponibilidades das hidrelétricas, a ferramenta, com toda sua organização e suas competências desenvolvidas no entorno, se mostrou extremamente útil para a evolução das práticas de manutenção, instituindo uma direção mais preditiva, evitando danos de equipamentos e custos adicionais de manutenção.

Assim, em 2013, a EDF autorizou o aumento progressivo de usinas conectadas ao sistema, dando origem a 5 (cinco) novos centros de e-Monitoring. Em 2017, todas as principais 216 (duzentos e dezesseis) usinas hidrelétricas e pequenas centrais hidrelétricas do Grupo EDF passaram a adotar o sistema, consolidando um total de 630 (seiscentos e trinta) unidades geradoras monitoradas, com os mais diversos modelos de turbinas:

Modelos de Turbinas Monitoradas

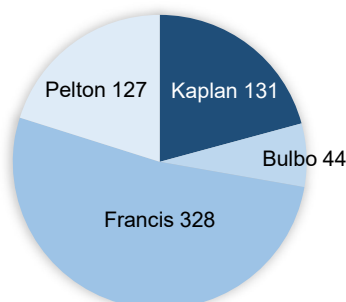


Figura 3 – Modelos de Turbinas de Hidrelétricas acompanhadas pelo e-Monitoring

O histórico de uso da ferramenta reflete um resultado muito positivo, com uma redução de 20% das indisponibilidades forçadas e de 35% dos incidentes de partida de turbina, apenas nos últimos 4 (quatro) anos, que se traduziram em significativos ganhos financeiros para a EDF, diante das indisponibilidades evitadas e sem considerar os ganhos de custos de manutenção em si mesmo, conforme pode ser observado na Figura 4 abaixo:

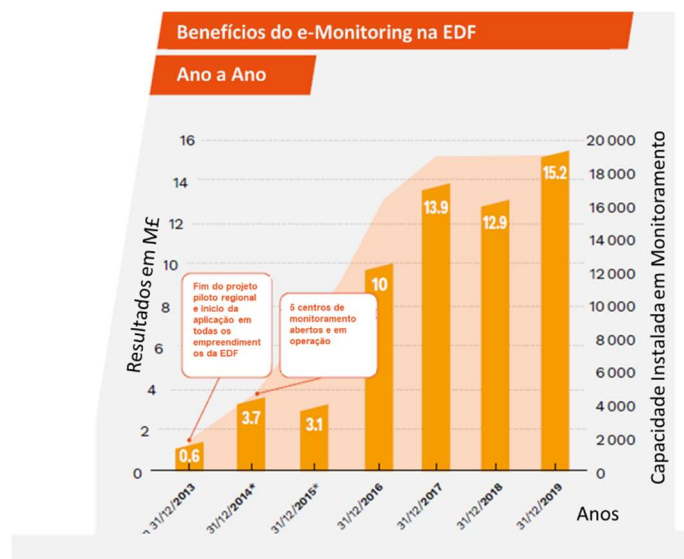


Figura 4 – Resultado agregado do uso do e-Monitoring

### 3.0 CARACTERÍSTICAS DO E-MONITORING

#### 3.1 FERRAMENTAS DIGITAIS IMPLEMENTADAS

A EDF desde o início do desenvolvimento do e-Monitoring, percebeu a oportunidade de antever a repetição de eventos similares de operação e de falhas em vários empreendimentos com a detecção mais antecipada de anomalias de operação, antes dos próprios alarmes dos sistemas de controle das usinas e cruzando parâmetros que pudessem traduzir as condições de origem destes eventos que os serviços de O&M não conseguiam captar antes.

Para viabilizar essa predição, a EDF desenvolveu uma tecnologia nova e própria batizada de *Prex*, qual seja, Filtros 'Conicionados' configuráveis em função das (i) condições operacionais dos empreendimentos, como por exemplo a potência estável, horas de ponta, partida, nível de reservatório, dentre outros fatores; (ii) configuração da usina, considerando o número de unidades geradoras em funcionamentos e ensaios realizados; e (iii) a própria sazonalidade da operação, considerando eventuais variabilidades causadas por período seco e período úmido.

Tais filtros contemplam então, nas condições operacionais predefinidas acima, uma diversidade de 9 (nove) tipos de controles sobre parâmetros de equipamentos, quais sejam, (i) limiares variáveis, (ii) invariantes, (iii) gradientes, (iv) diferenças de medições, (v) número de ocorrências, (vi) duração de funcionamento de equipamentos, (vii) número de manobras, (viii) controle coerência de sensores analógicos, e (ix) controle de coerência de sensores (tudo ou nada). Sendo que cada um dos filtros– que podem totalizar até 1500 (mil e quinhentos) por ativo– são um resultado da combinação de condições com um tipo de controle sobre um parâmetro.

O 'interesse' de cada filtro é programado e identificado pelas equipes de engenharia da EDF, com base nos históricos de ocorrências de operação, nas falhas (tanto as simples, quanto as relevantes) e no conhecimento do relacionamento entre condições e parâmetros realmente indicadores de um evento.

Esse número relevante de filtros, com diversas programações, é programado em diversos equipamentos, tanto relevantes como simples, e permite a supervisão de toda a infraestrutura da usina. Conforme a Figura 5 abaixo demonstra, não só as turbinas dos empreendimentos hidrelétricos são monitoradas, mas também geradores, transformadores, subestações, conduto hidráulico, comportas e auxiliares das usinas, em diversas proporções.

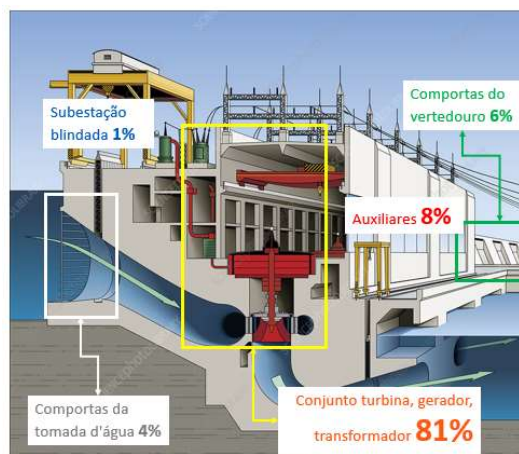


Figura 5 – Equipamentos acompanhados pelos Filtros Condicionados

Os filtros operam em regime integral, 24 horas por dia e 7 dias por semana, em busca automatizada de qualquer deriva do normal, podendo indicar um precursor de falha e, portanto, gerando alertas para o centro de e-Monitoring.

A parametrização de cada filtro, reitera-se, é customizada para cada usina em específico. Para tanto, durante uma fase de 'aprendizagem', os analistas engenheiros do centro de e-Monitoring, adaptam as dinâmicas do monitoramento para identificar aquele parâmetro que atende melhor ao histórico e características do empreendimento em monitoramento.

**Surveillance Dynamique**

Réaliser une copie d'écran

Contrôle	Libellé Alerte	Repères	Statut	Descriptif	Valeur	Sup
DureeFct	Dép Durée Fct > Compresseur 02 en marche	ARGE5HS01AC01seCP02Ma	Qualité Niv3	Durée Fct > à 5m - En Fct = 1	4m7s	<input type="checkbox"/>
Ecart	Ecart > entre Température eau entrée réfrigérant et Température eau sortie réfrigérant transformateur 02	GRANDHG01RF01mTmEauEnt GRANDHG01TE01mTmEauSor02	Qualité Niv3	Ecart > à 5,50 pdt 1m avec condition temporisée	Inhibé	<input type="checkbox"/>
DptSeul	Dépassement seuil < Débit réservé Escameuls	L_CE2HB22QR01mDbRs	Qualité Niv3	Apparition si valeur < à 140,00 pdt 1m - Disparition valeur >= 140,00	197,15	<input type="checkbox"/>
DureeFct	Dép Durée Fct > Compresseur 01 en marche	LANAUHS01AC01seCP01Ma	Qualité Niv3	Durée Fct > à 3m - En Fct = 1	3m43s	<input type="checkbox"/>
DptSeul	Dépassement seuil < Niveau bac huile VdG	LARDIHG02VQ02mC02NivHuBacReg	Qualité Niv3	Apparition valeur < à 130,00 - Disparition valeur >= 130,00	246,59	<input type="checkbox"/>
DptSeul	[DMP] Dépassement seuil < Niveau huile palier supérieur alternateur	MTEZHG04GU04mPA07NivHu	Qualité Niv3	Apparition si valeur < à 235,00 pdt 1m30s - Disparition valeur >= 235,00	242,65	<input type="checkbox"/>
Invar	Dép durée d'inv Cote retenue Barrage de Samans	SARRAHB01RE01mCoRtu	Qualité Niv3	Durée d'inv > à 3h avec condition	1h10m	<input type="checkbox"/>
Invar	Dép durée d'inv Pression conduite forcée CF4	V_BENHA02CF04mPre	Qualité Niv1	Durée d'inv > à 10m avec condition	Inv	<input type="checkbox"/>
TpsMan	Tps man > entre Ordre marche en turbine et En turbine	V_BENHG02DA02sOrdMaTb V_BENHG02DA02sTb	Qualité Niv1	Tps man > à 19m30s - Transition Début = 0->1 - Fin = 0->1 avec condition	9m25s	<input type="checkbox"/>

Figura 6 – Exemplo de parametrização de filtro

Em paralelo aos Filtros Condicionados, a EDF identificou a necessidade de desenvolver modelos matemáticos específicos de *machine learning* multi-parâmetros para antecipação de grandes ocorrências em componentes estratégicos, como turbinas, geradores e transformadores.

Dessa forma, precisava-se construir uma solução digital que, em conjunto com os Filtros Condicionantes, comporiam os programas formadores do e-Monitoring, garantindo o diferencial do produto e sua efetiva capacidade preditiva.

Para tanto, a EDF, utilizando o histórico do comportamento dos componentes estratégicos de 445 (quatrocentos e quarenta e cinco) usinas - hidrelétrica e nuclear – em operação, consolidou os chamados “parâmetros chaves testemunhos”, que compõe a base do modelo matemático. A partir dos valores históricos de tais parâmetros, foi possível modelar os chamados “vários funcionamentos normais” (ou clusters) de componentes estratégicos de empreendimentos hidrelétricos, de empreendimentos termelétricos e de empreendimentos nucleares.

Tal base de “parâmetros chaves” para cada equipamento estratégico foi incorporada na ferramenta batizada como *Prism* que, a partir de então, foi utilizada para acompanhar a evolução de cada parâmetro e, sobretudo, conjunto de parâmetros, que são capazes de detectar deriva lenta e as mais complexas funções do processo de operação dos

empreendimentos, baseando-se em um método de avaliação por clusters de conjunto de parâmetros, com fase de aprendizagem e com conceito de “banda dinâmica”.

Esse modelo Prism, que engloba o grupo de modelos “*machine learning*”, é capaz de aprender automaticamente com tempo de funcionamento “normal” da usina, comparando o ponto de funcionamento atual com os passados, comparando as condições e sinalizando eventuais variações nos padrões.



Figura 8 – Exemplo de princípio de clusters com um parâmetro temperatura

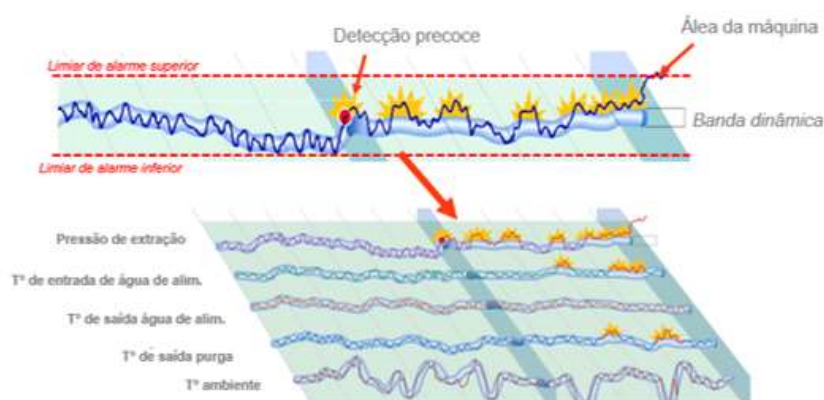


Figura 9 – Conceito simplificado de conjunto de parâmetro e de banda dinâmica

### 3.2 ESTRUTURA DO E-MONITORING NA EDF

Conforme exposto no tópico 3.1 acima, o e-Monitoring é composto por duas ferramentas: (i) *Prex*, também conhecido como filtros ‘condicionados’ e (ii) *Prism*, modelo *machine learning* multi-parâmetros.

Para garantir a implementação das ferramentas em mais de 216 (duzentas e dezesseis) usinas hidrelétricas e a correta interpretação dos dados, o alto padrão de funcionamento e o acompanhamento intensivo do sistema e-Monitoring, a EDF estruturou dois níveis de atuação em suas salas de monitoramento.

No NÍVEL 1, acompanha-se a ferramenta *Prex*, composta por 300 a 1500 filtros condicionados, e a implementação da ferramenta *Prism* que alerta os analistas de qualquer irregularidade nos dados acompanhados. Tal nível é composto por 10 (dez) analistas-engenheiros em centros de e-monitoring focados nas detecções iniciais de anomalias, capazes de tratar mais de até 50 (cinquenta) alertas e-Monitoring por dia, além de realizarem a parametrização dos filtros em função das alertas do diário de bordo e o acompanhamento do desenvolvimento da aprendizagem dos modelos matemáticos.

O NÍVEL 2, por sua vez, é composto por especialistas em engenharia dedicados a interpretação dos alertas mais complexos do sistema de e-Monitoring, contando com uma equipe multidisciplinar capaz de interpretar de maneira célere os fenômenos complexos provenientes do sistema, estabelecer estratégia de manutenção adaptadas ou de



diagnósticos complementares, e aprimorar a evolução das ferramentas junto a equipe de Pesquisa e Desenvolvimento do grupo EDF.

A Figura 10 abaixo, detalha de maneira didática o funcionamento dos NIVEIS 1 e 2 de *das soluções digitais*:



Figura 6 – Estrutura do e-Monitoring

### 3.3 VALOR AGREGADO DO E-MONITORING

O valor agregado deste modelo reside na capacidade de antecipar derivas de anomalias ou necessidades de manutenção, graças à identificação dos parâmetros de sistemas/equipamentos mais promissores, para refletir a saúde destes (o que se torna o real valor agregado) e os respectivos pontos de funcionamento "normais" dessas diferentes funções do processo, em diferentes configurações de operação, aprendizados em cada empreendimento e com o suporte de competências específicas.

O conjunto das entidades de produção da EDF (nuclear, térmica, hidráulica, eólica e fotovoltaica) garantem serviços de e-Monitoring para seus parques existentes. Assim, a EDF possui um *feedback* de experiência global sobre esta atividade e sobre as ferramentas utilizadas.

Na experiência prática da EDF, o e-Monitoring permite:

1. Aumentar a disponibilidade e o rendimento dos empreendimentos, por meio da:
  - Detecção precoce e contínua de comportamentos anormais em função das condições operacionais para antecipar falhas e danos;
  - Visão antecipada de anomalias – evitando de tratá-las em urgência – para acompanhá-las até uma parada planejada com custos reduzidos.
2. Otimização da estratégia de manutenção, por meio de:
  - Desenvolvimento da estratégia de manutenção preditiva graças à visão mais fina das instalações;
  - Maior volume de equipamentos monitorados individualmente.
3. Identificar e resolver fenômenos complexos através de exames aprofundados com especialistas de todas as áreas (engenharia eletromecânica, instrumentação e controle, TI ...) do grupo EDF incluindo análise espectral de vibração

Trata-se assim de um sistema complementar à operação remota e às engenharias clássicas de O&M, por focar no uso e na avaliação contínua de grandes quantidades de informações por combinação de dados proveniente dos processos, de maneira permanente, sob o controle de especialistas dedicados quem constroem o *know-how* desta prática, permitindo a customização do e-Monitoring a cada empreendimento, em apoio às equipes de O&M locais.

### 4.0 CONCLUSÃO

Percebe-se pelo recente volume de conteúdo e pesquisa produzido que a adoção de soluções digitais de monitoramento, se torna uma opção cada vez mais estratégica para grandes geradores.

Nesse sentido, a ferramenta e-Monitoring, apresentada no presente trabalho, se mostra diferenciada e mais avançada do que as demais oferecidas no mercado, tanto por estar em operação desde 2007, quanto pela elevada quantidade de dados agregados (mais de 18 GW de geração em monitoramento atualmente), que a consolidam como uma das ferramentas preditivas mais robustas desenvolvidas até então.

Reitera-se que o objetivo do Grupo EDF, com a pesquisa e desenvolvimento do sistema e-Monitoring, foi criar uma ferramenta com qual as equipes de O&M local não precisassem dedicar muito tempo para produzir resultados, mas sim desenvolver uma estrutura autônoma, que seja capaz de identificar precursores, interpretar dados e indicar ações concretas para esclarecer e/ou corrigir a anomalia, ao mesmo tempo que corrobora com a modernização dos ativos em operação.

Assim, é importante reiterar que a inovação na compreensão fina dos modelos e dos filtros que permitem captar precursores com antecedência não se apoia somente nos dados e na ferramenta digital em si, mas também (e principalmente) sobre a experiência multidisciplinar das equipes de Pesquisa & Desenvolvimento da EDF, que contribuem com o aprimoramento do modelo, nas equipes de engenharia, para a avaliação concreta e apurada dos índices e dos modos de degradação dos equipamentos, bem como dos analistas do centro de e-Monitoring, com extensa experiência no monitoramento das usinas.

Dessa forma, além de ser uma fonte rica de dados, o e-Monitoring permite aos profissionais do setor uma melhor gestão de seus ativos, abrindo inovações nas práticas de operação das usinas e no compartilhamento de experiências práticas, não só pela sua capacidade preditiva, mas também pelo conhecimento técnico profundo da equipe técnica multidisciplinar que atua nos bastidores da operação da ferramenta.

Nesse contexto, e ciente de que as aplicações do e-Monitoring podem se expandir ainda mais, a EDF vem adaptando o modelo para aplicá-lo também a outras fontes geradoras, como termelétricas. O e-Monitoring foi implementado com sucesso em diversas turbinas a gás na Europa e nos diferentes continentes, em particular na planta EDF Norte Fluminense, localizada em Macaé no Rio de Janeiro, Brasil, com resultados positivos e surpreendentes desde as primeiras aplicações.

Diante de todo o exposto, resta comprovado que o e-Monitoring permite acompanhar o desempenho das turbinas com parâmetros de altas sensibilidade, característicos destes processos de ponta. O valor agregado, por sua vez, se mostra além de uma melhora na disponibilidade operativa e de um retorno financeiro para as Companhias, uma vez que permeia caminhos conceituais de abertura de novos horizontes, em particular na predição de eventos e, na forma em que tecnologias com *big data* e *machine learning* podem ser utilizadas para facilitar e otimizar a operação de empreendimentos e a gestão dos ativos.

## 5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) International Hydropower Association (IHA). Blog: Hydropower for the 21st century in Latin America and the Caribbean, publicado em 28 de maio de 2020 e disponível em <https://www.hydropower.org/blog/blog-hydropower-for-the-21st-century-in-latin-america-and-the-caribbean>, conforme acessado em 16 de setembro de 2021.

(2) International Hydropower Association (IHA). Study identifies need for investment in Asian hydropower modernisation, publicado em 31 de agosto de 2020 e disponível em: <https://www.hydropower.org/news/study-identifies-need-for-investment-in-asian-hydropower-modernisation>, conforme acessado em 16 de setembro de 2021.

## 6.0 DADOS BIOGRÁFICOS

### (1) THIERRY CAILLAUD



Nascido em Perpignan, França, em 1967. Engenheiro graduado (Ecole nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Paris 1991), atua no setor de geração desde 1994 em management & engenharia de geração hidrelétrica, eletronuclear e termelétrica.

### (2) LAÍS JERZEWSKI BORGES

Nascida em Juiz de Fora, MG, em 1991. Advogada graduada na Fundação Getúlio Vargas – FGV DIREITO RIO em 2014, atua no setor de geração e comercialização de energia elétrica desde 2012, tendo atuado na ENEVA na área de Regulação (2012-2018), na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) como assessora da Diretoria (2018-2020) e na EDF Norte Fluminense como Especialista de Regulação (2020-atualmente).