

METODOLOGIA DE VERIFICAÇÃO E GOVERNANÇA DO ECOSISTEMA DE CONTROLE DE ECLUSAGEM

Alessandro Santiago dos Santos

Leandro Avanço

Mauro Kendi Noda

Matheus Jacon Pereira

Roberto Gonçalves

Seção de Automação, Governança e Mobilidade Digital
Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)

RESUMO

Navegando pelos rios brasileiros, a transposição de áreas com diferentes níveis no leito do curso d'água é feito em um processo de eclusagem de forma automática ou manual. Todo este ecossistema de controle e automação das eclusas é operado por meio de mecanismos automatizados, que controlam a abertura e fechamento de comportas, incluindo sistemas de proteção, segurança e supervisorio que apoiam a operação e manutenção da infraestrutura. Com o avanço tecnológico, novos recursos permitem a operação remota, o que promove maior preocupação com a segurança e com o nível de controle sobre todo ecossistema. Este artigo apresenta uma metodologia de verificação da qualidade e eficiência dos sistemas de controle, assim como propõe um modelo de governança a ser aplicado. A metodologia foi aplicada nas eclusas do rio Tietê na Hidrovia Tietê-Paraná, denotando aderência e boas perspectivas de implantação de um sistema supervisorio de apoio à agência fiscalizadora.

ABSTRACT

In order to navigate in Brazilian waterways, locking ecosystem transposes areas with different levels, and the process takes place automatically or manually. This ecosystem controls the opening and closing of floodgates, including protection, supervisory and safety systems that support the operation and maintenance of the infrastructure. Nowadays, new technologies allow remote operation, which promotes greater concern with safety and total control over the entire ecosystem. This article presents a methodology for technological verification, over quality and efficiency perspectives, as well as proposes a governance model to be applied. The actual application in Locks of the Tietê-Paraná Waterway indicated good results and adherence. Besides, the results evidenced goods perspectives for the implementation of future supervisory systems as support of regulatory agencies.

1. INTRODUÇÃO

A Eclusa é uma obra de engenharia hidráulica que permite a embarcação vencer o desnível em uma barragem no leito do curso d'água. A eclusagem é a operação na eclusa para que as embarcações vençam o desnível criado pela barragem e passem navegando de um lado para o outro da mesma. Sendo definido que o nível mais alto tem o nome de Montante e o mais baixo de Jusante (AHRANA, 2012).

O funcionamento normal de uma eclusagem pode ser definido por quatro processos a seguir:

- Eclusagem de Montante para Jusante em modo automático;
- Eclusagem de Jusante para Montante em modo automático;
- Eclusagem de Montante para Jusante em modo manual;
- Eclusagem de Jusante para Montante em modo manual.

As eclusas são controladas por Sistemas Digitais de Supervisão e Controle (SDSC) que é responsável pela aquisição e controle de sinais do processo, através dos painéis de automação.

A arquitetura técnica destes sistemas compreendem 3 (três) níveis funcionais (Figura 1):

- Nível 0 – Equipamentos de Campo: fim de curso; encoders; motores; válvulas; sensores;
- Nível 1 – Controles (CLPs): execução de funções de aquisição e processamento de dados; execução das lógicas passo a passo; transferências dos modos de operação, Intertravamento das portas e comportas; lógica da seleção de sensores habilitados e verificação de nível equalizado; execução dos ajustes necessários à operação;
- Nível 2 – Supervisão: Servidores; *switchs*; *patch panel*; *desktop*; aplicações funcionando em paralelo.

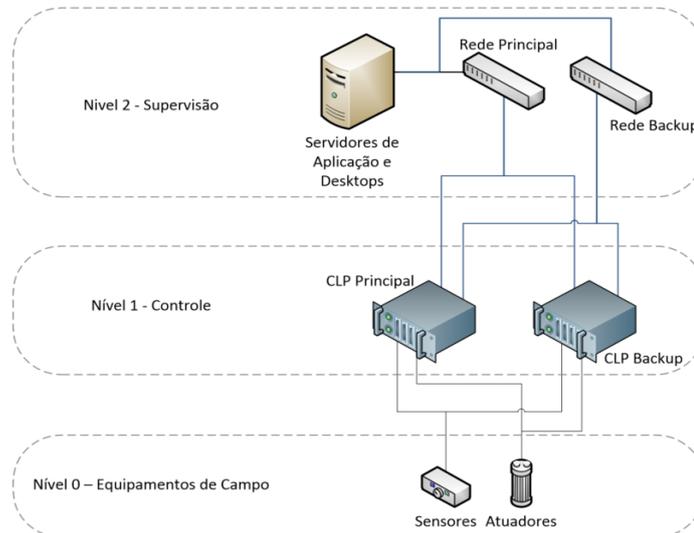


Figura 1: Arquitetura do SDSC.

Governar este ambiente exige mecanismos tecnológicos complexos e integrados a fim de manter de forma segura a operação das eclusas. Neste sentido, modelos modernos de boas práticas de governança são referências para minimizar os riscos e identificar pontos de controle para monitorar e auditar sistemas complexos.

Um modelo de governança deve prover a informação que a organização precisa para atingir os seus objetivos, as necessidades de investir, gerenciar e controlar os recursos usando um conjunto estruturado de processos para prover os serviços que disponibilizam as informações necessárias para a organização (ISACA, 2012). Neste sentido para que a governança seja eficiente, é importante avaliar as atividades e os riscos que precisam ser gerenciados, envolvendo a forma de planejar e organizar soluções e serviços, assim como a forma de adquiri-los e implementá-los. Além disso, a entrega, o suporte, o monitoramento e avaliação constante dos resultados dos serviços devem ser considerados como pontos fundamentais de uma boa governança.

2. METODOLOGIA

Considerando um ambiente corporativo, um modelo de referência de governança mais reconhecido internacionalmente é apresentado como COSO (*Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*). Este comitê criou um arcabouço de governança corporativa, em 2004, e menciona que a Governança de TI tem um papel fundamental na estruturação do ambiente de TI, permitindo à alta administração da instituição, o planejamento, a direção e o controle da utilização de TI, oferecendo informações para o devido provisionamento para uso futuro dos recursos de TI. Assim, pode-se assegurar, considerando um nível aceitável de risco, a eficiente utilização dos recursos que apoiam os processos da organização, contribuindo com o alinhamento estratégico (COSO, 2017).

Uma das boas práticas de governança em TI mais utilizadas atualmente é o COBIT® (ISACA, 2012), o qual se destina a empresas das mais diversas áreas e portes, do setor público ou privado, e permite sua customização para atender aos requisitos de aplicação. O COBIT® é um instrumento para viabilizar a gestão dos riscos associados à Tecnologia e determinar como direcioná-la de acordo com as prioridades de negócio ou regulamentações e regras de contrato de concessão. (Sortica et al., 2004). A Figura 2 apresenta o Cubo do COBIT que reúne uma concepção da cobertura de modelo de referência.

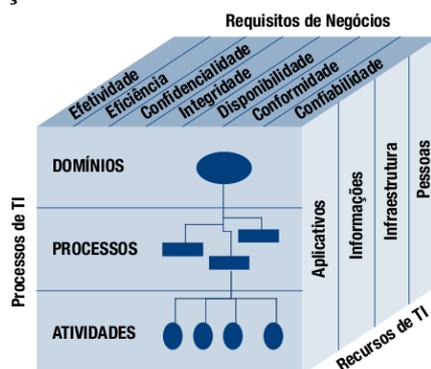


Figura 2: Cubo de referência do COBIT. Fonte: (ISACA, 2012)

Considerando um contexto de implementação técnica, o ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) é outro importante guia de boas práticas para Governança de TI. Seu foco de aplicação abrange os processos de infraestrutura, operação e gerenciamento dos recursos e serviços de TI. (AXELOS, 2011). A utilização dos guias de boas práticas em Governança de TI deve ser realizada de forma complementar, em geral, o COBIT é utilizado para controles qualitativos, tendo como base os controles quantitativos do ITIL.

Historicamente, a Tecnologia de Automação (TA) é utilizada na indústria de forma distinta, técnica e culturalmente, da TI. A TA tem de forma crescente, ampliado o uso de recursos de TI em sua operação. Esta aproximação é denominada Convergência TI/TA, e afeta principalmente os aspectos tecnológicos. Apesar desta aproximação, ainda existe uma distância cultural entre as tecnologias. As decisões tomadas pelas equipes responsáveis por TA não costumam envolver as equipes de TI. O ideal é que equipes de TA e TI trabalhem de forma conjunta para utilizar equipamentos comumente usados na TI, em sistemas de TA. Para atender os interesses da instituição, a alta administração tem demandado ações para otimizar a operação dos ambientes industriais, diminuindo eventuais falhas e consequentemente melhorando o retorno do investimento realizado e consequentemente no desempenho financeiro. Este processo de otimização já ocorreu no passado para a TI, assim os guias de Governança de TI oferecem boas ferramentas para atender esta demanda (Strey et al, 2015).

As particularidades técnicas da TA, com características bastante similares às de TI, demandam adaptações na modelagem de processo de gestão. Os guias de boas práticas de Governança de TI, como COBIT e ITIL, possuem em sua concepção a versatilidade de adaptação para vários cenários. Assim, oferecem recursos de gestão para a TA sem a necessidade de elaboração de um novo guia de boas práticas exclusivo e restrito.

2.1. Boas práticas de referência em governança em transportes

A transposição do COBIT para os negócios do setor de transportes foi adaptada de atividades de verificação dos níveis de Governança de Rodovias (Santos et. al, 2017). Nesta transposição foram criados 5 domínios de verificação (Institucional, Operação, Manutenção, Infraestrutura

e Arrecadação de pedágio), incluindo seus 23 processos com 86 atividades.

As avaliações das atividades são realizadas através de observações e constatações durante inspeções de campo, utilizando os requisitos de negócios previstos pelo COBIT (Figura 2), considerando o perímetro e as vizinhanças da praça de pedágio, bem como o Centro de Controle da Arrecadação. Ao final é realizado um diagnóstico da Concessionária por meio da atribuição de conceitos. São eles: “crítico” (não pontua); “insuficiente” (3 pontos), “adequado” (7 pontos) e “melhor que o esperado” (10 pontos). Estas avaliações são propagadas pelo modelo de cálculo (Figura 3).

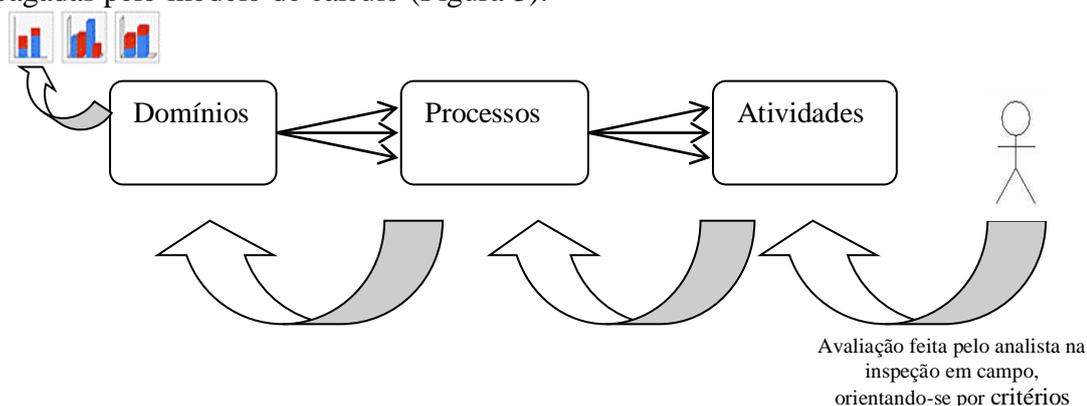


Figura 3: Avaliação de atividades, processos e domínios. Adaptado de: (Santos et al, 2017)

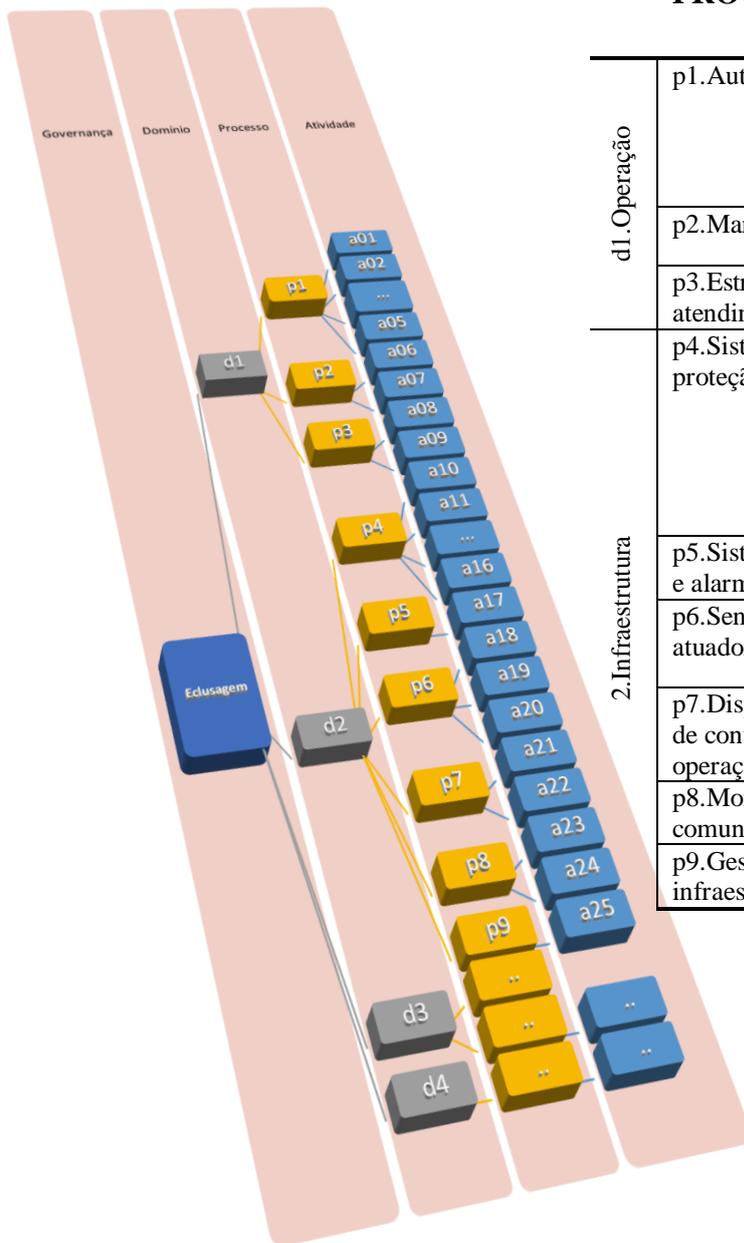
Apesar da similaridade entre o contexto de rodovias e hidrovias, a necessidade de adaptação ao contexto de eclusas foi imprescindível para aumentar a representatividade dos resultados, e ampliar o conceito de melhoramento contínuo instituído pelas boas práticas de governança.

2.2. Metodologia de verificação de eclusagem

A adaptação foi necessária para atender as demandas de governança do sistema de eclusagem, considerando a reestruturação das atividades, processos e domínios. Nesta adaptação, foram adotados Quatro Domínios de avaliação, capazes de aglutinar os processos que suportam sistemas de eclusagem, ou lhe prestam o devido suporte: Infraestrutura, Operação, Manutenção e Institucional. O detalhamento dos domínios é visto na Tabela 1, enquanto a Figura 4 apresenta a hierarquia e descrição dos processos e atividades. As atividades do processo de operação automática podem ser vista em detalhes na Tabela 3.

Tabela 1: Domínios de avaliação

Domínio	Descrição
d1. Operação	Avaliação das ações, procedimentos e estratégias operacionais, para manter fluidez do tráfego e segurança do sistema de eclusagem;
d2. Infraestrutura	A infraestrutura é todo conglomerado tecnológico instalado nas eclusas interligado ao Sistema Digital de Supervisão e Controle (SDSC), que é responsável pela aquisição e controle de sinais do processo, através dos painéis de automação. Assim, todos os equipamentos de campo (nível 0), Controles CLPs (nível 1) e Supervisório (nível 2), deste sistema estão cobertos pela avaliação deste domínio;
d3. Manutenção	Aspectos que envolvem a estrutura de atendimento da manutenção e a sua gestão no âmbito das Eclusas. Considerando que todos os recursos eletroeletrônicos devem ser mantidos dentro dos padrões de operacionalidade, critérios de revitalização, atualização e novas tecnologias incorporadas ao parque instalado;
d4. Institucional	Análise das políticas e procedimentos formalizados, com enfoque na estrutura organizacional adotada na gestão de operação, manutenção nas Eclusas, associada às ferramentas utilizadas no aprimoramento dos controles e serviços operacionais, bem como a capacitação do quadro de agentes operacionais.



PROCESSOS		ATIVIDADES DE VERIFICAÇÃO	
d1. Operação	p1. Automática	a1. Modo de preparação a2. Modo de atracação a3. Modo de enchimento a4. Modo de esvaziamento a5. Modo de Saída	
	p2. Manual	a6. Modo jusante para montante a7. Modo montante para jusante	
	p3. Estrutura de atendimento	a8. Eclusagem local a9. Eclusagem remota	
2. Infraestrutura	p4. Sistemas de proteção e segurança	a10. Sistema de emergência a11. Sistema de reversão a12. Amarração a13. Flutuante a14. Calado a15. Intertravamento a16. Incêndio	
	p5. Sistemas de aviso e alarmes	a17. Registro de alarmes	
	p6. Sensores e atuadores	a18. Sensores a19. Atuadores a20. Painel de relés	
	p7. Disponibilidade de controle de operação	a21. Controle Local a22. Controle Remoto	
	p8. Monitoração e comunicação	a23. CFTV a24. Radiocomunicação	
	p9. Gestão de infraestrutura	a25. Políticas de governança	
	
	
	

Figura 4: Hierarquia de verificação de atividades, processos e domínios. Adaptado de: (Santos et al, 2017)

Tabela 3: Itens e atividade de verificação do processo de Operação Automática.

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
Modo de preparação	Os requisitos para preparação são de o sistema estar em modo automático sem eclusagem ativa e com os dados da embarcação de altura e calado preenchidos e confirmados para que a preparação possa ser iniciada, verificando se o modo Preparação não inicia em modo manual, e que ele é finalizado quando o operador ativa o modo manual ou reinício;
Modo de atracação	Com as pré-condições satisfeitas o operador inicia com o semáforo passando para verde e a embarcação autorizada a entrar na câmara da eclusa. Verificar se o operador atentou-se a seguir o checklist de segurança de atracação. Se estiver no modo de Jusante para Montante será acionado o modo enchimento, senão modo esvaziamento será ativado;
Modo de enchimento	Ao se iniciar o processo de Enchimento, a porta Jusante será fechada automaticamente e assim que o sistema identifica que a mesma fechou é efetuado sistemas de alertas como toque da sirene, e então as comportas de tomada são abertas e se verifica a sinalização de “Enchimento iniciado”. Ao final do Enchimento, o operador deverá confirmar que o nível se encontra equalizado entre Montante, para a abertura da porta Montante e fechamento das comportas de tomada. Ao final, pode-se passar para o próximo passo que será a Saída;
Modo de esvaziamento	Ao se iniciar o processo de Esvaziamento, a porta Montante será fechada automaticamente e, assim que o sistema identifica que a mesma fechou, efetua-se os alertas como toque da sirene, e então, as comportas de descarga são abertas e se verifica a sinalização. Ao final do Esvaziamento, o operador deverá confirmar que o nível se encontra equalizado entre Jusante e câmara, para a abertura da porta Jusante e fechamento das comportas de descarga. Ao final, pode-se passar para o próximo passo que será a Saída;
Modo de saída	Ao iniciar o processo de saída da embarcação são executados o sistema de alerta como toques da sirene para indicar que a embarcação já pode sair da câmara da eclusa. O operador pode acompanhar a saída da embarcação através da visualização das câmeras, e aguardando e indicando a finalização da eclusagem.

Uma vez equalizado todos os processos e atividades, o especialista, para conseguir avaliar as atividades, baseia-se nos critérios: Disponibilidade; Integridade; Conformidade; Confidencialidade; Confiabilidade e Segurança Pessoal. Assim, cada atividade poderá ser categorizada em três classes:

- Aceitável – Avaliação que indica que a atividade está dentro dos padrões de funcionamento, ação ou estado de conservação;
- Insuficiente – Avaliação que indica que convém incluir melhoramentos na atividade, para torna-la aceitável;
- Crítico – Avaliação que indica situação da atividade que merece atuação imediata e sendo considerada inaceitável para o sistema de eclusagem.

Como estratégia de verificação das atividades, uma série de procedimentos de ensaios foi elaborada para testar todo o sistema de eclusagem, e servirem de base para as avaliações. A Figura 5 ilustra um procedimento de ensaio utilizado pela metodologia, o qual foi elaborado usando o padrão ISO/IEC/IEEE 29119-3 (ISO, 2013).

ID Ensaio/avaliação	Descrição	Responsável
01	Eclusagem normal da Montante para a Jusante em modo automático.	OPERADOR
Variáveis	Hipóteses	
Modo Automático	Verificação do ciclo de eclusagem Montante para Jusante confere com a documentação.	
Dependência - Porta Jusante aberta. - Nível equalizado com Jusante.		
Procedimento de execução		
<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar modo Automático. • Menu Geral – Selecionar de "JUSANTE ← MONTANTE" o modo "PREPARAÇÃO". • O sistema necessita do valor de Altura e Calado da embarcação. • Modo PREPARAÇÃO MONTANTE • PRÉ-CONDIÇÕES – Estar em Modo automático e Sem eclusagem ativa. • INICIA PREPARAÇÃO. • Espera das condições de preparação – Porta jusante – Fechada; Comportas de descarga fechadas; Nível Montante equalizado; Porta Montante aberta; Semáforo Montante – Amarelo; Comportas de tomada fechadas. • CÂMERA MONITORA NÍVEL para visualização da porta a fim de verificar o nível equalizado ou não equalizado. • Quando o nível estiver equalizado da câmara com a Montante abre-se a porta Montante e liga-se o semáforo em amarelo. • Após a ligado o semáforo o modo de Preparação Montante foi concluída. • Modo "ATRACAÇÃO" está habilitado. • PRÉ-CONDIÇÕES – Estar em Modo automático, Preparação concluída e NA operacional que sinaliza se o vão livre ainda permite eclusagem de embarcações de carga mas o operador pode permitir a eclusagem de barcos de menor calado. • Sinaliza Semáforo Montante para verde. • Visualiza as câmeras de aproximação na câmara. • Visualização das amarras da embarcação. • Modo de ESVAZIAMENTO. • PRÉ-CONDIÇÕES – Estar em Modo automático e Amarração concluída. • INICIA ESVAZIAMENTO. • CÂMERA MONITORA NÍVEL para visualização da porta a fim de verificar o nível equalizado ou não equalizado. • Quando o nível estiver equalizado da câmara com a Jusante abre-se a porta Jusante. • Após a Porta Jusante aberta. • Modo SAÍDA JUSANTE. • PRÉ-CONDIÇÕES – Estar em modo automático e Esvaziamento concluído. • Modo de SAÍDA. • Visualiza as câmeras de saída. • Com a visualização da câmara de saída sem a visão da embarcação a eclusagem está terminada. • ECLUSAGEM ENCERRADA. 		
Resultado esperado Eclusagem normal da Montante para a Jusante no modo automático.		
Análise do resultado obtido		

Figura 5: Formulário de procedimento de avaliação de atividades.

Sendo avaliadas as atividades, conforme visto na Figura 3 e utilizando o mesmo método de calculo aplicado em (Santos et al, 2017), consegue-se uma visualização quantitativa do estado de avaliação do ecossistema de eclusagem.

3. APLICAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO DO MÉTODO

A Metodologia de verificação proposta neste trabalho foi aplicada em eclusas do rio Tietê, que pertencem à hidrovia Tietê-Paraná. Por meio de visitas técnicas às instalações das eclusas foram realizados testes funcionais com base nos procedimentos de ensaios definidos e criados para validar a eficiência das atividades definidas na metodologia. Estes testes foram aplicados tanto no sistema de controle local, quanto nos sistemas de controle remoto.

Os procedimentos de ensaios de avaliação, conforme exemplo de formulário da Figura 5, foram descritos com os requisitos necessários, como: procedimentos, resultados esperados, nome do responsável, etc. Cada ensaio teve que ser padronizado para todas as eclusas. Deste modo, todos os procedimentos de execução foram descritos passo a passo para que o avaliador tivesse todas as informações necessárias para executar o ensaio de forma repetitiva e similar em todas as eclusas.

Após a aplicação dos 42 procedimentos, uma análise crítica foi realizada para contabilizar e estruturar os problemas encontrados, assim como avaliar a criticidade e impactos gerados. Desta forma, geraram-se tabelas (Tabela 4) e gráficos (Figura 6) de orientação da situação encontrada no momento da visita técnica.

Tabela 4: Avaliação fictícia das atividades de verificação.

PROCESSOS	ATIVIDADES DE VERIFICAÇÃO	AVALIAÇÃO
Operação Automática	Modo de preparação	A
	Modo de atracação	I
	Modo de enchimento	C
	Modo de esvaziamento	A
	Modo de Saída	I
Operação Manual	Modo jusante para montante	C
	Modo montante para jusante	A
Estrutura de atendimento	Eclusagem local	C
	Eclusagem remota	I
Sistemas de proteção e segurança	Sistema de emergência	A
	Sistema de reversão	I
...
...

Legenda: A-aceitável; I-insuficiente; C-crítico

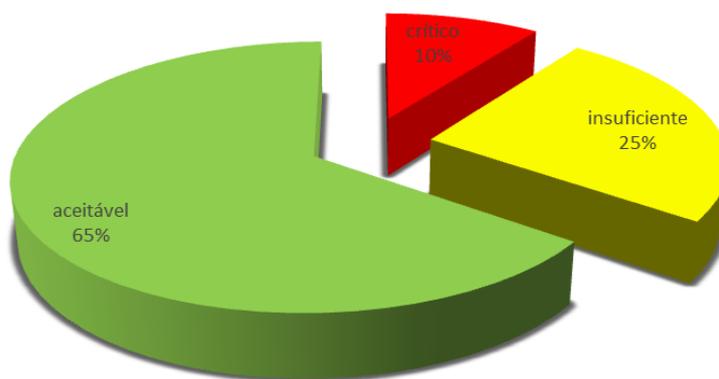


Figura 6: Resultado ilustrativo de avaliação.

Da mesma forma como foi apresentado em (Santos et al., 2017), e apresentado na Figura 3, cada avaliação qualitativa é transformada em uma nota, que pode ser propagada para os processos e domínios.

3.1. Análise das avaliações de todo o sistema de eclusagem

Durante as avaliações, algumas situações foram encontradas a ponto de redimensionar os trabalhos de forma mais gradativa, para se adaptar e não interferir no possível tráfego de embarcações. Além disso, ficou claro que as inspeções nos sistemas de eclusagem devem ser recorrentes, recomendando-se realizar as verificações por etapas, com a realização de testes e avaliações de um número reduzido de itens, com crescimento gradativo até cobrir todos os domínios recomendados. Desta forma, criar um ciclo contínuo de melhoramento conforme, preconizado pelas boas práticas de governança.

Problemas comuns e recorrentes em várias eclusas foram observados nas visitas, o que demonstrou haver necessidade de monitoramento constante por parte de agências de fiscalização, uma vez que, problemas críticos não poderiam existir, mesmo que por pequeno período de tempo, e muitas vezes, a agência pode não ter sido informada da existência de problemas graves.

Outro fator relevante é a comparação dos itens previstos na metodologia sobre todas as eclusas, desta forma poderíamos observar de forma comparativa quais apresentam melhores resultados, e absorver quais práticas operacionais e de manutenção apresentam bons resultados. Assim, de forma ilustrativa, a Figura 7 mostra um exemplo comparativo fictício, entre algumas eclusas, com dados simulados dos resultados pela aplicação da metodologia.

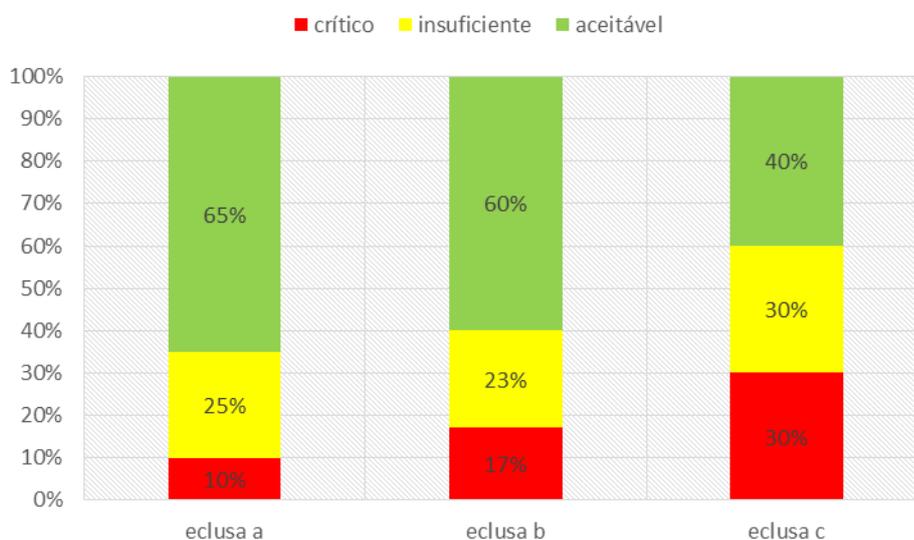


Figura 7: Comparação simulada entre os resultados de eclusas.

Com as avaliações, ficou evidente que um processo automático de notificação de eventos importantes ou de problemas no sistema de eclusagem seria importante para aumentar a segurança, e o papel da agência fiscalizadora é fundamental neste processo.

3.2. Proposição de um modelo futuro para melhoramento da fiscalização

O Centro de Controle Operacional das Eclusas (CCO) onde se faz o controle e monitoramento remoto de todas as eclusas pertencentes a um mesmo grupo dispõe de todo aparato tecnológico para este fim. Quando o controle da eclusa está sendo feito do próprio local da eclusa, mas sem visada direta da eclusagem, há necessidade de um operador local para tomada de decisões que permitam a disponibilidade, funcionalidade e segurança do sistema de eclusagem como um todo. Desta maneira, quando o controle das eclusas se encontra concentrado em um CCO, onde os controles encontram disponíveis em uma mesma mesa de controle com mais de uma eclusa para o mesmo operador, necessitamos avaliar os procedimentos operacionais de forma a evidenciar que o operador tomou providências para a perfeita eclusagem, especialmente quando situações simultâneas estão sob supervisão do mesmo operador.

Neste cenário, o agente fiscalizador poderia obter informações que registrem as operações do operador durante a eclusagem, dados dos alarmes e alertas do sistema do operador, recebendo os dados *on-line*, o mais breve possível. Assim, o agente fiscalizador pode monitorar as ações e observar a criticidade das operações durante a eclusagem, a fim de minimizar riscos e notificar o agente operador, se os editais de concessão ou operação permitirem.

Com o SDSC instalado nas eclusas para a automação e controle do processo de eclusagem, este possibilita o monitoramento de cada uma das eclusas do sistema remotamente pelo agente público regulador. Utilizando ferramentas tecnológicas adequadas poderia se prever visitas necessárias às eclusas para verificação de determinados processos, sistemas e sensores. A Figura 8 mostra a arquitetura do SDSC contemplando a comunicação remota por uma rede WAN com um CCO do grupo e com o agente fiscalizador, permitindo o monitoramento pelo agente fiscalizador.

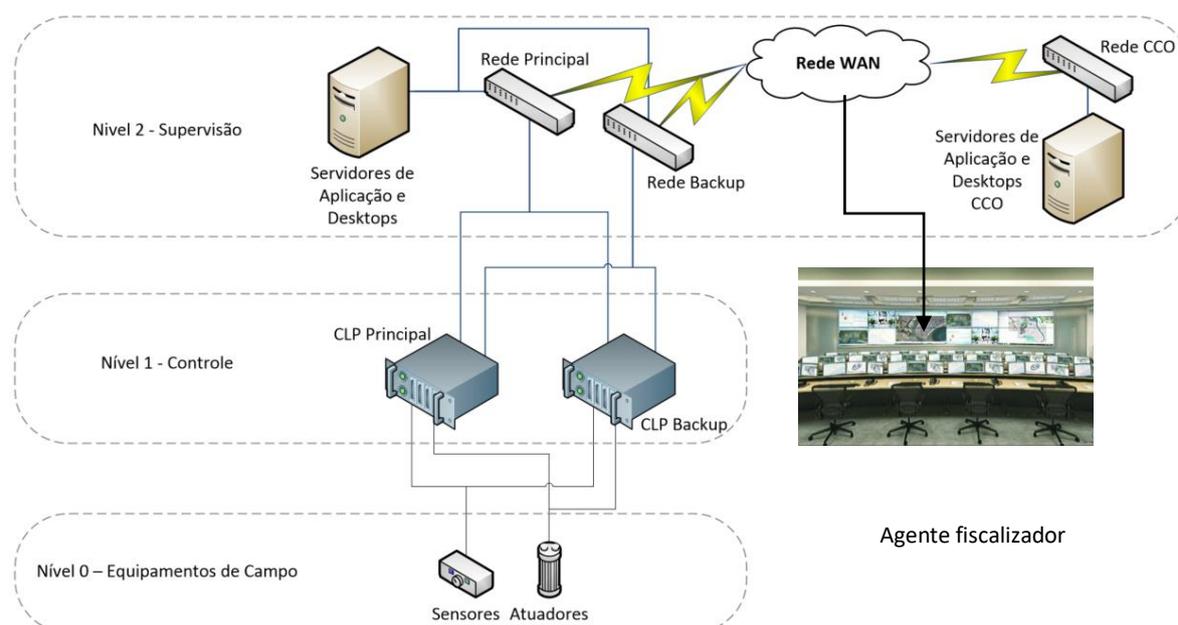


Figura 8: Arquitetura do SDSC com operação remota

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Boas práticas de governança são modelos já implementados e validados em vários cenários tecnológicos, principalmente quando envolvem tecnologia da informação, onde modelos como COBIT, ITIL, COSO são comumente referenciados como práticas consolidadas de mercado. Aproveitar-se desta experiência e transpor para o cenário de transporte traz benefícios em um setor onde esta prática ganha, cada vez mais espaço. No entanto, a sua implementação exige muita disciplina, apoio da alta direção das instituições e apoio de órgãos públicos que sofrem com continuidade dos planos de longo prazo. Uma vez estabelecidas boas práticas, um ciclo virtuoso de melhoramento se institui, trazendo benefícios a médio e longo prazo. Além disso, o agente fiscalizador compartilha de alguns riscos de todo o sistema de navegação. Sendo assim, é importante obter informações que dariam maior subsídio ao diagnóstico de possíveis problemas, chegando, no futuro próximo em um modelo preditivo de atuação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRANA (2012) *Normas de tráfego na hidrovía tietê-paraná e seus canais*. Administração da Hidrovía do Paraná. 4ª revisão, Jan 2012, São Paulo. Disponível em: <http://www.ahrana.gov.br/down.php?downloadId=22>
- AXELOS (2011) *Information Technology Infrastructure Library - ITIL*, 2011. Disponível em: <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/itil/what-is-itil>
- COSO (2017) *Enterprise Risk Management: Integrating with Strategy and Performance*. The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), 2017. Disponível em: <https://www.coso.org/Pages/ERM-Framework-Purchase.aspx>
- ISACA (2012) *COBIT 5 - Control Objectives for Information and Related Technologies*. Information Systems Audit and Control Association, ISACA, 2012. Disponível em: <http://www.isaca.org/COBIT/Pages/COBIT-5-Portuguese.aspx>
- ISO/IEC/IEEE International Standard - Software and systems engineering -- Software testing --Part 3: Test documentation," in ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013(E) , vol., no., pp.1-138, Sept. 1 2013. doi: 10.1109/IEEESTD.2013.6588540
- Santos, et al. (2017) *Methodologies for quality assessment of highway operators based on governance best practices with emphasis on toll collection ecosystem*. In: Case Studies on Transport Policy, ISSN: 2213-624X, Vol: 5, Issue: 1, Page: 112-120, 2017. doi: 10.1016/j.cstp.2016.11.005.
- Sortica, E., Clementi, S.; Carvalho, T. C. "Governança de TI: Um comparativo entre Cobit e Itil". In: Congresso Anual de Tecnologia de Informação (CATI), 2004, São Paulo. Anais I CATI. 2004.
- Strey, V. A., Filho, J. E. de C., Santos, M. A. dos, Ferreira, C. C., Wiermann, V. V., & Marcelo Antônio Quintino de Paula. (2015). *Desenho e Implantação de Processos de Gestão para Automação Industrial*. In: 19º Seminário de Automação e TI Industrial (pp. 140–148).

Alessandro Santiago dos Santos (alesan@ipt.br)

Leandro Avanço (lavanco@ipt.br)

Mauro Kendi Noda (mknoda@ipt.br)

Matheus Jacon Pereira (mjacon@ipt.br)

Roberto Gonçalves (robertog@ipt.br)

Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade (CIAM) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Av. Prof. Almeida Prado 532 Cid. Universitária - Butantã. CEP:05508-901 São Paulo/SP