

# GESTÃO DA RESILIÊNCIA – INTEGRAÇÃO DE FACTORES HUMANOS NA SEGURANÇA DE SISTEMAS COMPLEXOS

*Pedro Ferreira*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CIGEST - Centro de Investigação em Gestão, Instituto Superior de Gestão  
ISLA – Instituto Superior de Línguas e Administração, Santarém  
Faculdade de Economia e Gestão, Universidade Lusófona  
Lisboa, Portugal  
[pedroferreira@cigest.ensinus.pt](mailto:pedroferreira@cigest.ensinus.pt)

## Sumário

A grande maioria das empresas é actualmente caracterizada por uma elevada dinâmica de factores humanos, organizacionais e tecnológicos. Esta dinâmica encontra-se frequentemente associada a uma igualmente elevada complexidade e uma exposição a fortes pressões políticas, sociais e económicas. Face a este contexto, a eficácia e por vezes a validade dos actuais modelos de gestão, em particular no domínio da segurança, tem sido questionada por vários autores (Dekker 2004, Hollnagel *et al* 2006 e Woods 2003). Recentemente, a “*resilience engineering*” foi proposta como um novo paradigma de segurança, centrado na problemática da actual complexidade de sistemas sociotécnicos. Entre outros aspectos, esta nova abordagem tem implícita uma maior aposta na integração de conhecimentos do domínio da ergonomia e factores humanos. Num primeiro momento, este artigo justifica a necessidade de abordagens à gestão da segurança mais adequadas às novas dinâmicas e complexidades organizacionais. Num segundo momento, apresenta uma investigação conduzida na indústria ferroviária britânica como exemplo de aplicação prática dos conceitos de “*resilience engineering*”, realçando os factores humanos e organizacionais nos quais incidiu esta intervenção.

## 1 Introdução

A complexidade das organizações que actualmente sustentam a grande maioria das actividades humanas representa um importante desafio de gestão, nomeadamente no domínio da gestão da segurança. Por um lado, o elevado ritmo de transformações organizacionais e tecnológicas são fontes de uma maior variabilidade operacional e de dificuldades acrescidas ao nível do controlo de sistemas. Por outro lado, a crescente pressão económica, em

parte motivada pelo aumento dos custos energéticos, requer um esforço acentuado no sentido de uma maior eficiência e eliminação de desperdícios.

Recentemente, a “*resilience engineering*” foi proposta como uma abordagem à gestão da segurança, centrada num controlo mais eficiente das elevadas dinâmicas geradas pela complexidade organizacional. A expressão de língua inglesa pode ser traduzida para português como a gestão da resiliência. Segundo esta perspectiva, a resiliência é genericamente definida como a capacidade de um sistema manter ou recuperar rapidamente a sua estabilidade, permitindo a continuidade das suas operações durante ou após uma ocorrência indesejável, ou na presença de pressões significativas e contínuas. A gestão da resiliência depende directamente de um equilíbrio dinâmico entre os objectivos de maior eficiência operacional (produtividade), e as condicionantes necessárias à manutenção de padrões de segurança aceitáveis (ou exigidos). Na gestão deste equilíbrio torna-se fundamental a capacidade de controlar a variabilidade e incerteza inerentes a contextos operacionais complexos, sendo para tal necessário um conhecimento profundo das relações entre diferentes componentes do sistema sociotécnico, nomeadamente, as relações geradas entre diferentes níveis hierárquicos e áreas organizacionais. Neste âmbito, os conceitos e métodos do domínio da ergonomia e factores humanos assumem particular importância, em particular na garantia de condições adequadas aos processos de tomada de decisão através dos diferentes níveis e áreas do sistema sociotécnico.

No âmbito de um projecto desenvolvido na indústria ferroviária britânica, esta abordagem à gestão da segurança foi posta em prática no domínio da conservação e renovação da via férrea, em particular, no processo de planeamento e calendarização de obras, e na garantia das condições de segurança no acesso à via para a sua execução. Este projecto é aqui apresentado como caso prático que, não só exemplifica a relevância deste paradigma de segurança, como também realça a importância dos factores humanos. Após uma contextualização da segurança em contextos de elevada escala e complexidade, e da introdução do conceito de gestão da resiliência, o projecto no sector ferroviário britânico é apresentado como exemplo da sua aplicação enquanto novo paradigma de segurança. A importância dos processos de tomada de decisão e os factores humanos que os condicionam são postos em evidência, assim como os seus impactos aos diferentes níveis do sistema organizacional.

## **2 A segurança de sistemas sociotécnicos complexos**

A designação de sistema sociotécnico justifica-se pelas fortes interdependências entre pessoas e tecnologia que caracterizam organizações

de grande dimensão. No âmbito destas organizações, não só se verifica um elevado número de relações entre indivíduos, mas também entre indivíduos e tecnologia, e cada vez mais, entre diferentes tipos de tecnologia. Estas interdependências estão na origem da natureza complexa destas organizações, mas também de novos tipos de riscos. Segundo Perrow (1999), as interdependências entre diferentes níveis hierárquicos e áreas organizacionais geram combinações inesperadas entre factores operacionais que estão na origem de riscos cuja etiologia assenta nas características sistémicas das organizações, mais do que nas características ou estados de componentes técnicas, espaços ou operadores humanos.

### **2.1 *As pressões sociais e económicas***

Um grande número de sistemas complexos tem a seu cargo a prestação de bens e serviços fundamentais às populações, tais como a mobilidade ou a produção e distribuição de recursos energéticos. O papel económico e social que estes sistemas desempenham motiva apertadas regulamentações e um forte escrutínio político e da população em geral. Assim, sistemas como os de transporte ferroviário ou aéreo, ou a indústria de energia nuclear ou de distribuição de energia eléctrica, estão normalmente expostos a fortes pressões que vão no sentido de exigir serviços tão fiáveis e eficientes quanto seguros. Como referido por Dekker (2004), as elevadas pressões económicas e sociais estão frequentemente na origem da deterioração dos processos de gestão da segurança e das medidas de protecção que lhes estão associadas. Esta deterioração caracteriza um processo de progressiva aproximação de limiares de segurança que uma vez transpostos, expõem o sistema a falhas críticas (*Drift into failure* – Dekker, 2004). Do ponto de vista da gestão da segurança, torna-se assim fundamental encontrar e manter um equilíbrio dinâmico entre objectivos de produtividade e máxima eficiência, e as condicionantes necessárias à manutenção de padrões de segurança exigidos (exigíveis).

### **2.2 *Factores de incerteza e variabilidade***

A gestão de sistemas sociotécnico complexos requer o controlo de um elevado número de factores operacionais que por sua vez, em consequência da sua interdependência, estão sujeitos a fortes dinâmicas e variabilidades. Dada a dificuldade em desenvolver modelos e parâmetros compatíveis com esta dinâmica e variabilidade, um sistema complexo tende a ser parcialmente desconhecido do ponto de vista da estrutura e operação (Hollnagel, 2009). Com efeito, a grande maioria dos modelos actualmente existentes apenas proporciona um conhecimento parcial daquilo que é a realidade operacional

de sistemas complexos. Deste desconhecimento, ainda que parcial, resulta uma considerável incerteza que deve ser gerida de forma adequada no âmbito da segurança. Deste modo, é fundamental para a segurança de sistemas sociotécnicos complexos contemplar o controlo de factores de incerteza e variabilidade operacional.

### **2.3 A necessidade de novos paradigmas de segurança**

Apesar dos seus reconhecidos níveis de segurança, muitos destes sistemas complexos foram ainda num passado recente, marcados por ocorrências que evidenciam algumas fragilidades. Muito para além de uma relação linear de causalidade, a investigação de ocorrências como o acidente do vai-e-vem *Columbia* da NASA (Woods, 2003) ou os acidentes ferroviários de *Clapham Junction* (Hidden, 1989) e de *Ladbroke Grove* (HSE, 2000) no Reino Unido, revelou interações entre inúmeros factores organizacionais que ao longo de uma escala temporal alargada, contribuíram para a deterioração progressiva de várias barreiras de segurança. Foram identificados diversos eventos, tomadas de decisão e circunstâncias diversas que embora isoladamente não justificassem qualquer preocupação de segurança e se encontrassem dentro dos padrões de operação normais, cumulativamente geraram reacções sistémicas que excederam as capacidades de controlo e monitorização das várias medidas de protecção. Deste modo, surge a percepção de que aspectos como a falha técnica ou humana são muitas vezes indicadores de problemas emergentes ao nível dos sistemas sociotécnicos e dos vários processos de segurança e operação que lhes estão associados. Deste modo Hollnagel (2011) considera fundamental a investigação em modelos de segurança menos dependentes da análise de sequências temporais na origem de ocorrências, e mais centrados na gestão proactiva de factores sistémicos e no controlo de fontes de variabilidade e incerteza operacionais.

## **3 A gestão da resiliência**

Hollnagel (2011) define resiliência como a capacidade intrínseca de um sistema ajustar o seu funcionamento durante e após alterações ou perturbações, de modo a manter um nível operacional desejado perante circunstâncias, tanto expectáveis como inesperadas. Neste âmbito, a gestão da resiliência tem como objectivo garantir a eficiência e segurança das organizações, através de processos e mecanismos de controlo da incerteza e a imprevisibilidade inerentes à elevada complexidade dos actuais sistemas sociotécnicos (Woods & Hollnagel, 2006).

Como constata Hollnagel (2009), independentemente da posição ou nível hierárquico em causa, as decisões que favorecem aspectos de eficiência

tendem a degradar factores de segurança. Contrariamente, decisões que reforçam factores de segurança tendem a comprometer factores de eficiência. Nesta perspectiva, eficiência deverá ser vista como a capacidade de alcançar um determinado objectivo, consumindo um mínimo possível de recursos. Assim, a segurança torna-se contrária à eficiência, uma vez que obriga a pelo menos despende algum tempo para verificações, avaliações ou para a exercer um maior controlo sobre diversas operações. Recorrendo ao sistema ferroviário como exemplo, num limite, o risco de colisão seria eliminado se em cada via circulasse apenas uma composição a cada momento. Naturalmente, uma solução desta natureza representaria um sacrifício incomportável da eficiência do sistema. Deste modo, face à necessidade de alcançar um equilíbrio entre segurança e eficiência, a operação de sistemas ferroviários é na sua grande maioria, gerida por diferentes tipos de cantonamento, cujo objectivo é proporcionar uma ocupação da via férrea tão elevada quando possível, respeitando intervalos de segurança entre composições. Hollnagel (2009) refere-se a esta oposição entre objectivos de eficiência e necessidades de segurança como “*ETTO – Efficiency-Thoroughness Trade-off*”.

Do ponto de vista da resiliência, o equilíbrio entre eficiência e segurança deve ser estabelecido em torno de um máximo de eficiência possível, mantendo a operação do sistema na vizinhança dos limites das suas capacidades, e a segurança necessária para impedir que esses mesmos limites sejam atingidos ou ultrapassados. A gestão deste equilíbrio depende fortemente da informação disponível aos vários níveis hierárquicos e áreas organizacionais, e da forma como esta suporta a tomada de decisões, proporcionando a todo o instante uma noção do estado operacional do sistema sociotécnico (Ferreira, 2011).

Dada a ênfase na capacidade de recuperar a normalidade operacional após incidentes ou outras perturbações, a resiliência de sistemas é sobretudo um processo que uma dada organização é ou não capaz de desenvolver ao longo de um determinado período de tempo, e não tanto uma capacidade que possui. Nesta perspectiva, a resiliência é vista como um processo emergente (ou não) a partir da forma como a organização opera. A gestão da resiliência assenta em quatro capacidades distintas (Hollnagel, 2011):

- A **capacidade de reacção** perante perturbações recorrentes ou não, ajustando o modo de funcionamento do sistema às constantes mudanças do envolvimento operacional.
- A **capacidade de preparação** face a potenciais ameaças, tendo como base o conhecimento do estado do sistema e do envolvimento e a percepção de alterações eminentes.

- A **capacidade de antecipação** de necessidades futuras e de oportunidades estratégicas de mudança, reconhecendo fontes de pressão e os seus potenciais impactos sobre o sistema.
- A **capacidade de aprendizagem**, não só a partir de ocorrências indesejáveis, mas também dos sucessos alcançados.

Ainda que em determinadas circunstâncias umas capacidades possam ser mais relevantes que outras, as quatro sustentam-se mutuamente e como tal, são consideradas fundamentais para alcançar e manter a resiliência de sistemas. Assim, as diferentes medidas de segurança deverão procurar alcançar e manter um equilíbrio dinâmico entre estas quatro capacidades, ajustando-o de acordo com as necessidades de cada circunstância.

Esta abordagem tem a particularidade de ser orientada para o funcionamento real dos sistemas sociotécnicos. Mais do que desenvolver medidas de protecção e controlo assentes num conhecimento predominantemente estático das diferentes componentes do sistema, a gestão da resiliência preconiza a identificação e caracterização de funções sistémicas e na consequente compreensão das potenciais fontes de variabilidade a que estas funções estão sujeitas. Neste âmbito, uma função do sistema é entendida como um elemento (técnico e/ou humano) que de alguma forma, altera o estado operacional do sistema com vista ao cumprimento dos seus objectivos produtivos. Assim, o controlo e segurança do sistema são sustentados por um conhecimento aprofundado da dinâmica que caracteriza as diferentes interações, tanto dentro do sistema, como entre o sistema e o seu envolvimento operacional.

Como demonstra Ferreira (2011), em termos práticos, esta abordagem estende-se para além das componentes de prevenção de riscos profissionais que tradicionalmente servem de base aos modelos de gestão da segurança, e considera que gerir segurança, muito além de gerir factores de risco, é gerir o sucesso operacional. Deste modo, o trabalho real (actividade de trabalho) e os factores humanos que lhe estão associados assumem particular importância.

#### **4 O projecto de investigação**

O planeamento foi identificado desde o início deste projecto, como um domínio relativamente pouco estudado na empresa, tanto do ponto de vista processual, como organizacional. No entanto, vários relatórios de segurança apontavam para falhas de planeamento como causas frequentes na origem de ocorrências no acesso à via (implementação das medidas de protecção de trabalhadores e de movimentos) e na execução de obras. Neste contexto, a investigação desenvolvida contemplou os seguintes objectivos:

- Descrever o planeamento de engenharia ferroviária, identificando os factores humanos, processuais e organizacionais mais determinantes para a sua eficiência e fiabilidade.
- Caracterizar o desempenho do planeamento, tendo em vista a optimização de recursos, a resposta às necessidades de engenharia da rede ferroviária, e a garantia da fiabilidade e segurança no acesso à via na execução de trabalhos.
- Definir oportunidades de melhoria do planeamento, recorrendo a conceitos de gestão da resiliência.

Tendo em conta o recente desenvolvimento da gestão da resiliência, foi ainda contemplado um contributo para este domínio científico, nomeadamente para a produção de métodos de avaliação da resiliência em sistemas sociotécnicos.

Do ponto vista metodológico, a abrangência da área de estudo e dos objectivos considerados levou à utilização de uma grande diversidade de métodos. Numa fase inicial a consulta de documentação interna da empresa sustentou o desenvolvimento de um processo de entrevistas orientadas aplicado a nível nacional aos diferentes níveis hierárquicos e áreas organizacionais com participação no planeamento. Numa segunda fase, a análise de dados extraídos de sistemas de gestão do planeamento e de gestão da segurança permitiu desenvolver indicadores para o desempenho do planeamento segundo três aspectos:

- A duração média do planeamento (desde a aceitação de um projecto até à sua execução);
- O volume de alterações efectuadas ao longo do planeamento (número de projectos planeados pelo número de alterações introduzidas);
- O tipo de alterações efectuadas ao longo do processo (cancelamento ou aceitação de novos projectos, alteração de datas, equipamentos ou mesmo de caderno encargos de obra, entre outros)

Numa terceira fase, de modo a caracterizar o desempenho do sistema de planeamento quanto ao seu grau de resiliência, os dados recolhidos foram analisados com base na bibliografia relevante para este domínio. Esta análise serviu ainda de base à produção de um questionário cujos resultados, com recurso a técnicas de análise de componentes principais (Kline, 1994), produziram indicadores para a avaliação da resiliência no planeamento de engenharia ferroviária.

#### **4.1 O sistema ferroviário britânico**

A indústria ferroviária britânica regista actualmente um dos crescimentos mais significativos a nível mundial. Entre 2004 e 2008 o número de

passageiro-quilómetro (PK) na Grã-Bretanha cresceu 22%, face a 13% na Alemanha e 16% em França (55 831 PK registados em 2010). O actual contrato-programa entre o estado e o gestor da infraestrutura ferroviária, cuja vigência é de cinco anos (de 2009 a 2014), perspectiva cerca de 30 000 milhões de Euros de investimento por parte do estado na modernização e ampliação da capacidade da rede ferroviária.

A política europeia de interoperabilidade ferroviária (Directiva 91/440/CEE) impôs aos estados membros a separação entre a gestão da infraestrutura e a prestação de serviços ferroviários. Esta medida, entre outros aspectos, levou à criação de diversos mecanismos que regem as negociações entre o gestor da infraestrutura e os operadores ferroviários relativamente às condições de acesso à via férrea. Independentemente dos modelos adoptados por cada estado membro, assiste-se actualmente a uma forte pressão no sentido da redução da participação do estado no sector. Do ponto de vista da sustentabilidade da rede ferroviária, torna-se fundamental por um lado, maximizar a exploração comercial e por outro, minimizar as perturbações originadas por necessidades de conservação e de outras intervenções na via férrea. Neste contexto, as relações entre os principais intervenientes na indústria ferroviária é marcada pelos seguintes objectivos:

- Disponibilizar aos operadores ferroviários o maior volume possível de canais horários e em condições compatíveis com os objectivos de sustentabilidade da rede ferroviária.
- Garantir ao gestor da infraestrutura, condições e tempo de acesso à via que permitam uma resposta adequada às necessidades de conservação de equipamentos.
- Garantir ao gestor da infraestrutura, condições e tempo de acesso à via que permitam o desenvolvimento dos vários projectos negociados com a tutela, no âmbito da ampliação da capacidade da rede ferroviária (projectos de modernização dos sistemas de cantonamento ou de electrificação, entre outros).

A resposta eficaz a estes objectivos depende do relacionamento entre os intervenientes, e da forma como as pressões entre estes são negociadas. A Figura 1 representa os principais factores de pressão entre os principais intervenientes na indústria ferroviária britânica.



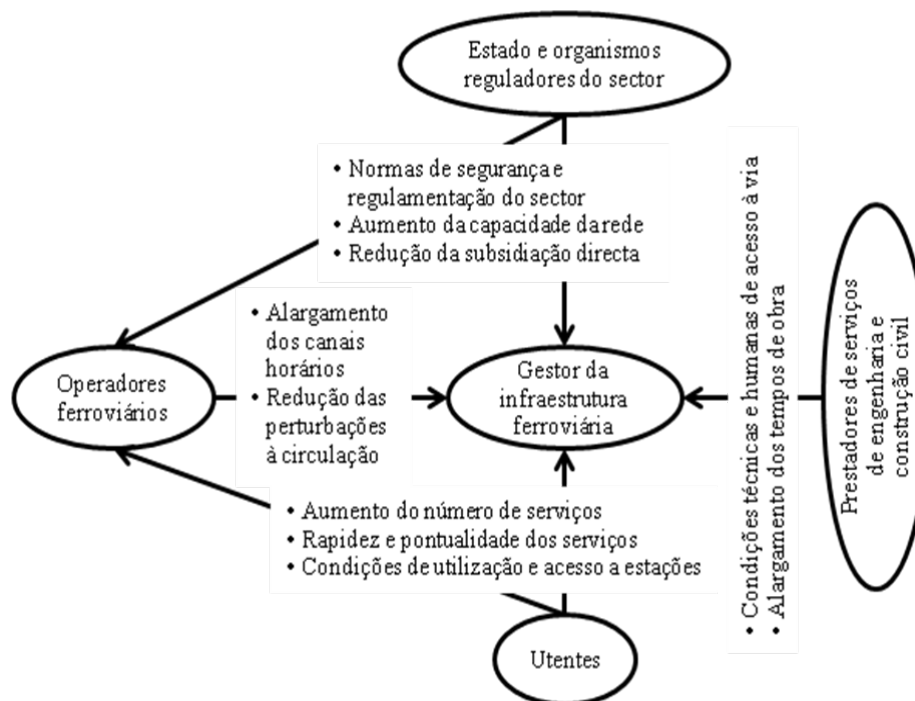


Figura 1: factores de pressão entre os intervenientes na indústria ferroviária (A direcção das setas indica a origem e o alvo destes factores de pressão)

Neste contexto, a indústria ferroviária britânica é sem dúvida um sector de forte competitividade, no qual as características de elevada complexidade e de pressão são evidentes.

#### 4.2 O processo de planeamento

De um modo genérico, o processo de planeamento tem a seu cargo reunir informação relativa a todas as intervenções na infraestrutura ferroviária previstas para cada ano, desenvolver a calendarização do acesso à via necessário para responder a essas solicitações e ainda, alocar os recursos técnicos e humanos disponíveis, em conformidade com a calendarização produzida.

O processo de planeamento estende-se ao longo das cerca de 90 semanas que antecedem o período anual durante o qual se prevê a execução de uma dada obra. Partindo do plano anual de investimentos definido pela gestão da empresa no âmbito do plano estratégico de longo prazo, todas as obras são progressivamente planeadas de acordo com 3 fases distintas:

- **A definição do acesso à via** necessário para responder às necessidades de conservação e de ampliação da capacidade da rede. Esta etapa inclui a negociação com os parceiros da indústria, nomeadamente com os operadores ferroviários relativamente à disponibilização de canais horários e às compensações indemnizatórias devidas pelo gestor da infraestrutura por eventuais necessidades adicionais de acesso à via.
- **A integração das diferentes obras no acesso à via disponível.** Esta etapa inclui as fases iniciais de projecto e calendarização de obras, nomeadamente, a alocação de recursos considerados mais críticos (composições para carga e descarga de balastro ou carris e outros equipamentos de estaleiro).
- **O planeamento de obra** define todos os detalhes necessários à protecção e segurança de obra e à coordenação de meios, nomeadamente as trajectórias de todo o material circulante em obra, entre outros.

Do ponto de vista organizacional, o processo de planeamento é sustentado por uma estrutura transversal que actua na interligação entre as diferentes áreas de engenharia, de controlo operacional e de relações institucionais com os clientes (operadores ferroviários). Para além desta transversalidade, o funcionamento deste processo depende também de uma extensa rede de unidades de manutenção que se encontram distribuídas pelo território nacional, de modo a gerar uma capacidade de intervenção em toda a rede ferroviária. Uma vez que a empresa gestora da infraestrutura não possui capacidade interna para responder a todas as solicitações, este processo requer ainda a participação de diversos prestadores de serviços de engenharia e empreiteiros especializados no sector ferroviário. A Figura 2 representa as principais relações do planeamento dentro e fora da empresa.

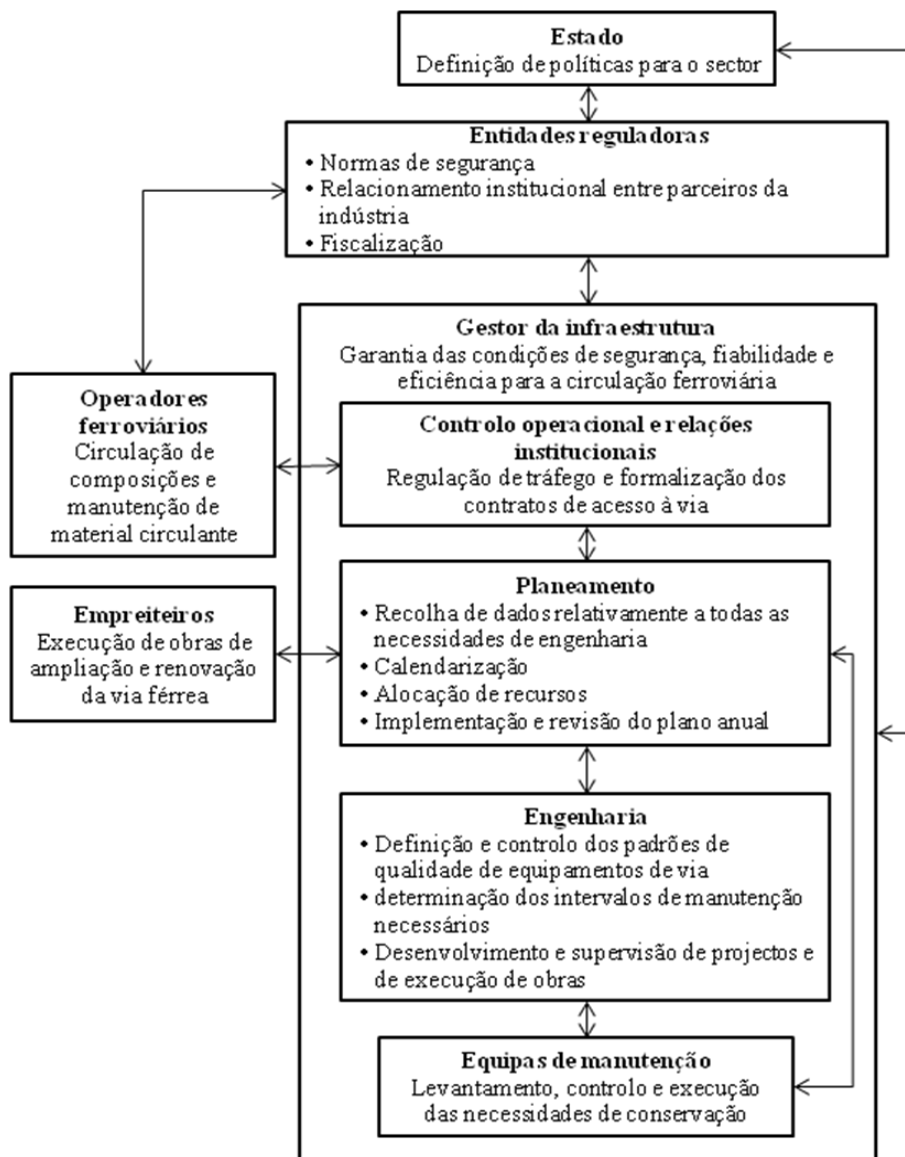


Figura 2: relações do planeamento dentro e fora da organização gestora da infraestrutura ferroviária

Em consonância com a perspectiva dada por McCarthy & Wilson (2001), o planeamento foi descrito como sendo um processo de tomada de decisão, cujo objectivo é produzir informação detalhada capaz de sustentar a execução de obras na via férrea com um máximo de eficiência e fiabilidade e dentro dos padrões de segurança da indústria. Este processo de tomada de

decisão desenvolve-se desde as decisões estratégicas de gestão da empresa, até à execução dos trabalhos na via férrea, abrangendo todos os níveis hierárquicos do sistema, e contemplando as diferentes áreas organizacionais já anteriormente referidas (Figura 2). Ao longo das 90 semanas, um dado projecto de engenharia vai sendo progressivamente detalhado conforme as limitações impostas, quer pela disponibilidade de recursos (incluindo o tempo de acesso à via férrea), quer por outras prioridades de intervenção na rede ferroviária. Deste modo, o planeamento é fundamentalmente um processo de negociação entre várias prioridades, procurando compatibilizar com as várias limitações de recursos (incluindo acesso à via), as necessidades locais de conservação e as estratégias nacionais de investimento na rede ferroviária.

Tendo em conta a pressão exercida, tanto pelos operadores ferroviários como pela tutela, relativamente à disponibilização de um máximo de canais horários (Figura 1), o acesso à via férrea para empreender trabalhos de conservação ou de renovação torna-se o recurso mais crítico a gerir ao longo do planeamento e frequentemente, também o mais escasso. Deste modo, as diferentes equipas de planeamento têm a seu cargo uma complexa negociação entre as necessidades de conservação, os compromissos assumidos pela gestão da empresa com vista ao capacidade da rede ferroviária, e as limitações impostas pelos contratos com os operadores ferroviários em termos de acesso à via férrea. Torna-se assim fundamental uma calendarização e alocação de recursos técnicos e humanos que permitam um aproveitamento tão eficiente quanto possível de cada oportunidade de acesso à via.

### **4.3 Os resultados alcançados**

Os métodos utilizados permitiram uma recolha de dados abrangente, não só em termos das diferentes áreas organizacionais e níveis hierárquicos envolvidos no planeamento, como também da distribuição geográfica destas estruturas organizacionais. Inicialmente foram identificados e caracterizados os principais factores humanos e organizacionais que facilitam ou condicionam o desempenho do sistema sociotécnico de planeamento. Em seguida, a análise destes factores face à avaliação do desempenho do planeamento e aos conceitos de gestão da resiliência, sustentaram uma caracterização do grau de resiliência deste sistema e a identificação de potenciais formas para a sua melhoria. Os principais resultados podem ser sintetizados da seguinte forma:

- A gestão do volume de alterações de planeamento foi identificado como o principal e mais complexo problema enfrentado pelos planificadores. A fragmentação organizacional e a sua dispersão geográfica geram

desfasamentos e dessincronizações nos fluxos de informação que se tornam incompatíveis com as necessidades de uma comunicação eficaz e precisa. Deste modo, torna-se frequente a necessidade de rever decisões tomadas no âmbito de vários projectos e em várias fases de planeamento, contribuindo assim para o incremento do volume de alterações ao longo de todo o processo. Este modo de funcionamento representa um importante factor de incerteza no sistema e reduz consideravelmente a capacidade de controlo dos planificadores sobre o desenvolvimento do processo.

- O volume de alterações foi identificado como um importante contributo para a deterioração da fiabilidade do planeamento, tendo sido encontrada uma relação positiva entre os indicadores de desempenho do planeamento e a ocorrência de falhas ou irregularidades na execução de obras. Foi ainda possível determinar que o volume de alterações tende a ser mais elevado em secções da rede ferroviária nas quais existe uma maior complexidade e concentração de equipamentos de via e como tal, uma maior necessidade de trabalhos de conservação e inspecção.
- Com base na experiência profissional, os planificadores desenvolvem relações informais com os diferentes parceiros do processo. Por sua vez, estas relações sustentam uma eficaz rede de comunicação informal, na qual os planificadores sustentam uma parte importante das suas tomadas de decisão. Deste modo, foi possível determinar que paralelamente aos canais de comunicação institucionais existe um fluxo informal de informação, ao qual os planificadores recorrem para responder atempadamente às solicitações que lhes são impostas, tais como a revisão do planeamento quando se torna necessário alterar o acesso à via já calendarizado por motivo de avarias de equipamentos de via, entre outros.

Do ponto de vista da gestão da resiliência, foi possível constatar que, por um lado, os factores que tendem a deteriorar o grau de resiliência derivam da complexidade do sistema, nomeadamente da dispersão organizacional e geográfica, assim como da considerável duração do processo e o grande número de partes envolvidas no mesmo. Por outro lado, os factores que potencialmente contribuem para o reforço da resiliência do sistema têm origem na experiência profissional e no relacionamento informal entre planificadores que esta sustenta.

De um modo geral, do ponto de vista formal, o sistema recorre a uma rigidez de prazos e objectivos para que de forma centralizada se possa controlar o cumprimento do processo de planeamento, uma vez que as decisões tomadas ao longo do mesmo assumem o carácter de contrato vinculativo entre as partes envolvidas. Em sentido oposto, o relacionamento informal entre planificadores e por vezes entre estes e fornecedores de serviços vários de

engenharia, introduz flexibilidade no sistema que permite uma resposta atempada e eficaz às diferentes necessidades de planeamento. Assim, verificou-se que o grau de resiliência está intrinsecamente relacionado com a manutenção de um equilíbrio dinâmico entre rigidez suficiente para assegurar uma coordenação a nível nacional em termos de alocação de recursos e de cumprimento das normas de segurança no acesso à via, e uma flexibilidade que, ainda que baseada em mecanismos informais, permite um ajustamento das decisões já tomadas no âmbito do processo, de modo a responder localmente a necessidades emergentes.

## **5 Conclusões**

O caso prático descrito anteriormente exemplifica por uma lado, as características de elevada complexidade que justificam a necessidade de novos paradigmas de segurança como a gestão da resiliência, e por outro, a relevância dos factores humanos no alcance e manutenção de um elevado grau de resiliência. Em particular, foram realçados diferentes aspectos como facilitadores ou constrangimentos dos processos de tomada de decisão e a forma como estes se tornam importantes para a gestão da resiliência. Fundamentalmente, é cada vez mais evidente que a elevada complexidade e dinâmica são incompatíveis com uma gestão da segurança baseada num controlo centralizado e na adopção de procedimentos rígidos.

Recentemente têm sido desenvolvidos vários estudos com o objectivo de desenvolver abordagens à segurança de sistemas sociotécnicos complexos centradas nos conceitos de gestão da resiliência. Estes estudos abordaram sectores como a aviação e as indústrias nuclear, petrolífera e aeroespacial, ou ainda, o estudo de diversos cenários de intervenção militar. Ainda que a especificidade de cada sector exija métodos igualmente específicos, tal como no caso do sector ferroviário anteriormente documentado, os estudos desenvolvidos noutros sectores demonstram a validade da gestão da resiliência enquanto paradigma de segurança e realçam a importância de formas de controlo mais flexíveis e capazes de se ajustar às constantes transformações a que estão sujeitos os sistemas sociotécnicos e o seu envolvimento operacional. Torna-se assim fundamental, a criação de condições adequadas ao suporte de processos de tomada de decisão aos vários níveis hierárquicos e áreas organizacionais, realçando a importância da ergonomia e factores humanos.

De um modo geral, os actuais modelos de segurança baseiam-se no controlo de ocorrências indesejáveis e de potenciais falhas. As conclusões destes estudos apontam para a necessidade de adoptar modelos de segurança assentes numa acção proactiva, procurando gerar capacidade de intervenção a partir das experiências, tanto de sucesso como de falha, e não apenas das

experiências de insucesso. Com efeito, os casos de sucesso são sempre mais frequentes do que os insucessos e como tal, representam um potencial de aprendizagem organizacional consideravelmente superior. Nesta perspectiva, a atenção e dedicação a aspectos de segurança deve ser contínua e sustentada e não pontualmente em reacção a ocorrências indesejáveis.

## 6 Referências

- Dekker, S. (2004). “Ten questions about human error – A new view of human factors and system safety”. Aldershot, UK: Ashgate
- Ferreira P., (2011). “Gestão da Resiliência – Uma Abordagem à Segurança de Sistemas Complexos centrada em Factores Humanos”. Manual de Segurança, Higiene e Saúde do Trabalho. Lisboa, Portugal: Verlag Dashöfer
- Hidden, A. (1989). “Investigation into the Clapham Junction railway accident”. London, UK: Her Majesty’s Stationery Office
- Hollnagel, E., Woods, D., Leveson, N. (2006). “Resilience Engineering – Concepts and Precepts” (eds.). Aldershot, UK: Ashgate
- Hollnagel, E. (2009). “The ETTO principle: efficiency-thoroughness trade-off - Why things that go right sometimes go wrong”. Aldershot, UK: Ashgate
- Hollnagel, E. (2011). “Prologue: the scope of resilience engineering”. Em Hollnagel, E., Pariès, J., Woods, D., Wreathall, J. (eds.) *Resilience engineering in practice - A guidebook*. (pp xxix-xxxix) Aldershot, UK: Ashgate
- HSE - Health And Safety Executive (2000). “The train collision at Ladbroke Grove 5 October 1999; a report of the HSE investigation”. London, UK: HSE Books
- Kline, P. (1994). “An easy guide to factor analysis”. Abingdon, UK: Routledge
- Mccarthy, B., Wilson, J. (2001). “The Human contribution to planning, scheduling and control in manufacturing industry – background and context”. Em Mccarthy, B., Wilson, J. (eds.) *Human Performance in planning and scheduling*. (pp 3-14) London, UK: Taylor & Francis
- Perrow, C. (1999). “Normal accidents: Living with high-risk technologies”. Princeton, USA: Princeton University Press
- Woods, D. (2003). “Creating foresight: How resilience engineering can transform NASA’s approach to risky decision”. Testimony on the future of NASA for the Committee on Commerce, Science and Transportation. John McCain, Chair. October 29

Woods, D., Hollnagel, E. (2006). “Prologue: Resilience Engineering Concepts”. Em Hollnagel, E., Woods, D., Leveson, N. (eds.) *Resilience Engineering – Concepts and Precepts*. (pp 1-6) Aldershot, UK: Ashgate