

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

INTEGRANDO HUMANOS E DISPOSITIVOS TÉCNICOS:
O caso da coordenação das atividades entre a aciaria e o lingotamento contínuo

Rayra de Queiroz Flecha

Belo Horizonte

2017

Rayra de Queiroz Flecha

INTEGRANDO HUMANOS E DISPOSITIVOS TÉCNICOS:

o caso da coordenação das atividades entre a aciaria e o lingotamento contínuo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Linha de Pesquisa: Estudos Sociais do Trabalho, da Tecnologia e da Expertise.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Magalhães Ribeiro.

Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Paula Antunes Lima.

Belo Horizonte

2017

F593i

Flecha, Rayra de Queiroz.

Integrando humanos e dispositivos técnicos [manuscrito] : o caso da coordenação das atividades entre a aciaria e o lingotamento contínuo / Rayra de Queiroz Flecha. - 2017.

125 f., enc.: il.

Orientador: Rodrigo Magalhães Ribeiro.

Coorientador: Francisco de Paula Antunes Lima.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexo: f. 125.

Bibliografia: f. 122-124.

1. Engenharia de produção - Teses. 2. Análise Ergonômica do Trabalho (AET) - Teses. 3. Automação - Fatores humanos - Teses. 4. Automação no ambiente de trabalho - Teses. 5. Máquinas automáticas - Teses.
I. Ribeiro, Rodrigo Magalhães. II. Lima, Francisco de Paula Antunes.
III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia.
IV. Título.

CDU: 658.5(043)

Aos meus pais:
fonte do maior apoio ao longo desta jornada.
Obrigada por me mostrarem, incansavelmente,
que a caminhada sempre vale a pena.

AGRADECIMENTOS

Ninguém constrói, sozinho, a própria história. Ninguém é alguém sozinho. Somos a média das pessoas com quem mais convivemos, e eu sou uma pessoa de muita sorte: na minha vida, tive, em todos os momentos, as melhores por perto!

Quando, em minhas orações, pedi a Deus que iluminasse meu caminho, sempre acreditei que Ele usaria a sua lanterna de forma sábia. Obrigada por me dar a graça da vida e por colocar nela os melhores.

Aos meus pais, Hamilton e Jaedna, que, com as mãos cansadas de tanta luta, aplaudem mais uma vitória. Pai, seu interesse por meu trabalho foi, por muitas vezes, o pontapé de que eu precisava para acreditar na minha vitória. Mãe, seus conselhos, seu exemplo e a força que me dá, me fazem ser, a cada dia, uma pessoa melhor. A vocês, que, por tantas vezes, abriram mão de seus sonhos para que os meus se tornassem realidade, sinceros agradecimentos.

À minha irmã, Ingra, pela cumplicidade. Obrigada pela leitura de parte desta dissertação que, em meio a tantas risadas, me ajudou, e pelos momentos da vida sempre tão bem-divididos!

Ao Thiago, meu grande amor, desde quando a engenharia ainda era, para nós, uma luz no fim do túnel. Pela história que construímos, pelo companheirismo, pelos sonhos. Obrigada por ser o melhor exemplo de que desistir nunca é uma opção.

Àqueles que fizeram das minhas estadias em Belo Horizonte bons momentos e me cederam, gentilmente, espaço em suas casas: Igor e Priscilla, sem palavras para agradecer! Sônia, Bruno e Vanessa: muito obrigada! Renata, Lara e Letícia: obrigada!

Aos meus amigos de Ouro Branco, pela sorte de sermos amigos desde sempre. Obrigada por nunca terem se conformado com as minhas ausências e por nunca terem deixado de me incluir nos programas, mesmo sabendo que não eu compareceria!

Aos amigos do Mestrado. Daniele, ainda bem que nos encontramos! Passar por tudo tendo alguém com quem compartilhar todos os momentos fez a caminhada mais fácil. Marcelle, muito obrigada por servir de inspiração na realização de um bom trabalho. Yã, Vítor Figueiredo, Samira, Guilherme, Rayane, Laura, colegas do laboratório e todos os outros, obrigada!

A Marlene Zica, que me ajudou, pacientemente, a tornar este texto legível.

No meu caminho profissional, tenho tido a imensa sorte de conviver com os grandes!

Ao prof. Rodrigo Ribeiro, cujo voto de confiança foi muito importante para o sucesso deste trabalho. Não teria como colocar, em palavras, a gratidão pelas oportunidades que me

proporcionou, pela orientação e pelo sentimento de confiança construído. Obrigada pelo seu exemplo de amor à profissão.

Ao prof. Francisco Lima, por ter compartilhado seus conhecimentos sobre a análise da atividade. Seus ensinamentos foram valiosos e, hoje, tenho certeza de que estive no lugar certo. Sua contribuição para este trabalho foi enorme, guiando-me, pacientemente, no caminho correto.

Aos prof. Paulo Almeida e Adriano Veloso, por aceitarem participar da banca de defesa.

Muito obrigada à empresa que me abriu as portas para a realização deste trabalho! É impossível citar todas as pessoas que me receberam tão bem e colaboraram para a realização da pesquisa. Sou muito grata a cada uma delas.

Aos ativadores, líderes e supervisores da Ala de Corridas, grata por sua contribuição! Definitivamente, sem vocês eu nada teria conseguido! Muitíssimo obrigada pela confiança, pela ajuda, pelo empenho e pela paciência em responder a cada pergunta: só nós sabemos quantas foram! Eu os considero coautores deste trabalho.

Ao Igor Landim, por sempre se dispor a me ajudar.

Ao Fausto Pires, muito obrigada pela oportunidade, pelo empenho em fazer com que uma parceria acontecesse e por abrir as portas para a realização do trabalho.

Ao Augusto Martins, por ter me recebido tão bem em sua área, dispondo-se sempre a ajudar e a colaborar comigo.

A todos da GGPS, GOS e GGMA, com quem tive o prazer de conviver.

Aos amigos, Ledson, Carlos e Fernando, por fazerem mais divertidas as minhas idas a campo.

São muitos aqueles que merecem a minha a gratidão, mas são poucas as linhas disponíveis. É impossível citar todas as pessoas que cruzaram meu caminho nessa etapa da minha vida, mas ficam aqui registrados os meus sinceros agradecimentos. E *“se um dia contarem a minha história, que digam que caminhei com gigantes...”* (frase do filme Troia).

“Não é sobre chegar ao topo do mundo
E saber que venceu.
É sobre escalar
E sentir que o caminho te fortaleceu.”

Ana Vilela

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma pesquisa que se desenvolve a partir da demanda de uma empresa siderúrgica de grande porte, que solicitou um estudo para automatizar uma atividade realizada por operadores. Diante das primeiras análises, ficou claro que essa atividade não poderia ser integralmente transferida para um sistema. A principal questão para essa demanda é, na verdade, identificar como poderia ser concebido um sistema de apoio à decisão para potencializar a atividade desses operadores. O seu objetivo essencial é propor requisitos para projetar um dispositivo técnico que seja aderente à realidade do trabalho, resultando em um sistema homem-máquina integrado. A metodologia escolhida para identificar o conjunto de regras que pudessem ser transferidas para um sistema, que passaria a executar essa atividade, foi a Análise Ergonômica do Trabalho (AET). No ambiente de trabalho desses operadores, foram coletados quatro casos, que serviram como ponto de partida para compreender sua atividade real e os processos cognitivos envolvidos na sua tomada de decisão. Baseando-se no que eles executaram no momento da ação de cada um desses casos, foram realizadas observações gerais e sistemáticas, autoconfrontações e reuniões de validação dos dados. Fundamentando-se nos resultados obtidos das análises dos dados, foram identificadas 22 atividades que poderiam ser integral ou parcialmente executadas por um sistema. Essas atividades foram classificadas em quatro naturezas de intervenção: disponibilização de informação, alarmes, monitoramento e simulação. Essa categorização permitiu promover discussões a respeito de como um apoio informático, concebido com base entendimento do curso da ação do operador, pode ser mais eficaz e resultar no seu uso eficiente. É importante dizer que foram abordadas as questões de como a atividade é transformada no momento em que um sistema é nela inserido. Isso mostra que o ser humano, mesmo quando dispõe de um dispositivo técnico para que executar o seu trabalho, não é dispensável, mas se torna elemento-chave para alcançar os objetivos esperados do processo produtivo.

Palavras-chave: sistema de apoio à decisão; sistema automatizado; processo cognitivo; complexidade do trabalho; requisitos para a concepção de sistemas; automatização da atividade

ABSTRACT

This dissertation presents a research that develops itself on the demand of a large steel company that requested a study to automate an activity performed by operators. Given the first analyses made, it was clear that this activity could not be fully transferred to a system. The main issue for this demand is actually to identify how a decision support system could be designed to potentiate these operators's activity. The essential objective is propose the requirements to design a technical device that is adherent to the reality of the work, resulting in an integrated system man-machine system. The methodology chosen to identify the set of rules and elements that could be transferred to a system that would execute this activity was the Ergonomic Analysis of Work (EAW). In the work environment of these operators were collected four cases, which served as a starting point to understand their real activity and the cognitive processes involved in their decision making. Based on what they performed at the moment of action of each of these cases, general and systematic observations, self-confrontations and data validation meetings were carried out. Based on the results obtained from the data analyzes, we identified 22 activities that could be fully or partially executed by a system. These activities were classified into four natures of intervention: information availability, alarms, monitoring and simulation. This categorization allowed to promote discussions about how a computer support, conceived from the understanding of the operator's course of action, can be more effective and result in its efficient use. More importantly, the issues of how activity is transformed the moment a system is inserted into it are addressed. This shows that the human being, even when he has a technical device to carry out his work, is not dispensable, but becomes a key element to achieve the expected objectives of the productive process.

Key-words: decision support system; automated system; cognitive process; complexity of work; systems design's requirements; automation

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AET Análise Ergonômica do Trabalho

CAD *Computer-Aided Decision*

CIM *Computer-Integrated Manufacturing*

CAP *Computer-Aided Planning*

EB Estação de Borbulhamento

FP Forno panela

RH DesgaseificadorRuhstahl-Heraeus

PR Ponte rolante

SIPAN Sistema de Panelas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do processo.....	33
Figura 2 - Esquema de uma máquina de lingotamento contínuo.....	34
Figura 3 - Fluxo de panelas	35
Figura 4 - Fluxos de uma panela de aço	39
Figura 5–Ativador e os meios disponíveis	63
Figura 6 - Comunicação entre ativador e atores via telefone e rádio de comunicação.....	63
Figura 7 - Telas com imagens reais da Ala de Corridas	64
Figura 8 - Modelo de coordenação do SIPAN	65
Figura 9 - Atividades e tempos previstos e reais para o posicionamento da panela 43.....	68
Figura 10 - Atividades e tempos previstos e reais para o posicionamento da panela 48.....	70
Figura 11 - Atividades e tempos previstos e reais para o posicionamento da panela 32.....	72
Figura 12 - Horário previsto de chegada para a panela 41	73
Figura 13 - Tempos e variabilidades da Ala de Corridas	78
Figura 14 - Número de tempos do ativador na Ala de Corridas.....	79
Figura 15 - Regras para cada panela baseadas no tempo de cada etapa.....	82
Figura 16 - Previsão do tempo para as panelas dos casos analisados.....	83
Figura 17 - Câmeras de vídeo com imagens do carregamento de sucata e degusa	92
Figura 18 - Telas do sistema.....	95
Figura 19 - Regras de retirada de panela do aquecedor.....	108
Figura 20 – Alerta-lembrete para o equilíbrio de panelas	111

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Tempos dos procedimentos na área de preparação de painelas.....	38
Tabela 2 - Tempos para as etapas dos processos	41
Tabela 3 - Tempos de panela "em trânsito" (cheia).....	42
Tabela 4 - Tempos de panela "em ciclo" (vazia).....	44
Tabela 5 - Idas a campo	51
Tabela 6 - Etapas da pesquisa de campo	52
Tabela 7 - Tempos de ciclo máximo permitidos	60
Tabela 8 - Tempos mínimos de aquecimento em função dos motivos.....	60
Tabela 9 - Equilíbrio de painelas	61
Tabela 10 - Painelas, horários de vazamento e fim do lingotamento	66
Tabela 11 – Informações no sistema de painelas dos aquecedores	74
Tabela 12 - Motivos de atrasos nas etapas de painelas vazias.....	76
Tabela 13 - O que o ativador vê em relação aos vazamentos anteriores do conversor	84
Tabela 14 - Informações encontradas no sistema.....	90
Tabela 15 - Equilíbrio de painelas: tela acessada pelo ativador	109
Tabela 16 - Situação geral das painelas	114
Quadro 1 - Ações do humano e da máquina.....	28
Quadro 2 -Setores, atores e atividades na Ala de Corridas.....	46
Quadro 3 - Situações atuais e futuras para subatividades e informações	89
Quadro 4 - Situações atuais e futuras para atividades de monitoramento e vigilância.....	99
Quadro 5 - Situações atuais e futuras para atividades que requerem alarmes	104

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. CONCEBENDO SISTEMAS ADERENTES E INTEGRADOS	17
2.1 As perspectivas para a concepção das tecnologias	17
2.1.1 Abordagem tecnocêntrica.....	18
2.1.2 Abordagem sociotécnica	19
2.1.3 Abordagem antropocêntrica	20
2.3 Resolvendo problemas: diferença entre seres humanos e máquinas.....	22
2.3.1 A análise cognitiva do trabalho	25
2.3.2 Evitando erros através da cognição humana na concepção dos sistemas.....	26
2.3.3 Sistemas aderentes à realidade	27
2.4 A divisão do trabalho entre os humanos e as máquinas.....	28
2.5 O ser humano como elo importante do processo	29
2.6 Simulação.....	31
3. PROCESSO PRODUTIVO, COORDENAÇÃO DE PAINÉIS E DEMANDA DA EMPRESA.....	33
3.1 Ciclo de produção de aço na aciaria	33
3.2 A importância da temperatura no processo.....	33
3.3 O tempo influenciando a temperatura.....	36
3.3.1 Procedimentos de reparos na paineira e sua influência na temperatura.....	37
3.4 O fluxo das paineiras	39
3.4.1 Paineiras cheias: quando estão “em trânsito”	41
3.4.2 Paineiras vazias: “em ciclo” e “fora de ciclo/operação”.....	43
3.5 A coordenação de paineiras na aciaria: a Ala de Corridas e os atores envolvidos.....	46
3.6 Delinear os processos para serem automatizados: demanda da empresa.....	48
4. PERCURSO METODOLÓGICO: METODOLOGIA, MÉTODOS E VIVÊNCIAS NO CAMPO	51
4.1 Desenvolvimento da pesquisa.....	51
4.2 Metodologia e métodos para coleta de dados	52
4.3 Do desenvolvimento de competências à coleta de dados	56
5. O PAPEL DE REGULAÇÃO DO ATIVADOR DA ALA DE CORRIDAS.....	59
5.1 O ativador: tarefas, normas e meios disponíveis.....	59

5.1.1 Jornada de trabalho.....	59
5.1.2 Tarefas e normas	59
5.1.3 Os meios disponíveis	62
5.1.4 O Sistema de Painelas	64
5.2 Escolhendo painelas	65
5.2.1 Caso 1: posicionando a panela 43 para vazamento no tempo previsto	67
5.2.2 Caso 2: Posicionando a panela 48 para vazamento	69
5.2.3 Caso 3: Posicionamento da panela 32 para vazamento no tempo previsto	71
5.3 Os atrasos na Ala de Corridas	74
5.4 Regulação do tempo x variabilidade	78
6. CONCEBENDO UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO.....	81
6.1 Escolher/manter painelas em ciclo para vazamento: a (in) existência de regras	82
6.2 Operacionalizando conceitos de forma aderente	87
6.2.1 Disponibilização de informações adequadas.....	88
6.2.2 Vigilância ou monitoramento: diferenciar os conceitos para aplicá-los na prática..	96
6.2.3 Gestão de alarmes em função das situações	102
6.2.4 Auxiliando o trabalho coletivo	111
6.2.5 A participação do usuário na concepção de um dispositivo técnico transparente .	113
6.2.6 Simulação do equilíbrio de painelas	114
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
7.1 O sistema aderente e integrado como melhoria para a atividade do operador.....	117
7.2 O papel integrador da análise da atividade	118
7.3 Dotecnocentrismo à abordagem antropocêntrica: uma mudança paradigmática.....	119
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
ANEXO I.....	125

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação discute a concepção de sistemas de apoio à decisão visando à integração entre humanos e máquinas. Partindo da identificação das ações melhor executadas por pessoas e máquinas, é possível conceber um dispositivo técnico que permita que cada um desses elementos desempenhe seu trabalho. Consequentemente, essas ações se tornam complementares, o que faz com que o sistema homem-máquina seja integrado: homem e máquina executam juntos suas tarefas para alcançar os objetivos esperados. Esse sistema passa a ser um auxílio para as ações humanas, enquanto os humanos continuam como um elemento-chave para o bom funcionamento do processo como um todo.

“Automatizar a atividade do operador de produção” foi demanda de uma empresa siderúrgica de grande porte que deu origem a esta pesquisa. Essa empresa imaginava que, a partir da análise da atividade da pesquisadora, seria possível formalizar todas as regras utilizadas pelo operador em sua tomada de decisão de tal forma que elas pudessem ser transferidas para o sistema. Ao transferi-las, ele passaria a não tomar decisões e seguiria, apenas, aquelas determinadas pelo sistema. Somente quando fosse necessário, como em casos de falhas, o operador iria intervir no sistema.

Em conjunto com os operadores dessa empresa, procedeu-se a um estudo de caso, visando responder à sua demanda. Uma análise aprofundada da sua atividade foi realizada com o intuito de verificar que tipo de dispositivo técnico seria, de fato, adequado para a atividade em questão. Os dados gerados mostraram ser impossível converter integralmente em regras explícitas a forma como o operador agia em situação para realizar a sua atividade. Assim sendo, a substituição total dessa atividade por um sistema não seria possível e tampouco eficiente, já que ela não retrataria a realidade do processo produtivo.

Diante disso, uma pergunta passou a ser o centro da pesquisa: Como conceber um sistema de apoio à decisão integrado com o operador? Ele foi objeto de análise enquanto executava as suas atividades em situação. Portanto, foi possível identificar as situações e os problemas reais vivenciadas por ele diariamente, na área, e de que maneira ele age para solucioná-los. Foi possível, também, constatar que algumas das atividades executadas pelo operador, seriam melhor realizadas pelo sistema. Constatou-se, igualmente, que as demais atividades seriam feitas pelo trabalhador. Depois de levantar as ações que deveriam ser efetuadas por ator desse sistema, tornou-se necessário integrá-las.

Como o operador, em sua atividade, já conta com auxílio de um sistema, buscou-se propor os conceitos de melhorias para esse sistema de forma que ele pudesse ser mais aderente à realidade. Disponibilizar de informações, inserir alarmes em momentos estratégicos, identificar monitoramentos a serem realizados pelo computador são exemplos de operacionalização dos elementos levantados da prática exercida pelo operador.

A justificativa desta pesquisa é mostrar como sistemas homem-máquina devem estar integrados. Utilizando-se metodologias que permitem que esses sistemas sejam projetados com base na prática do seu futuro usuário, o dispositivo técnico será condizente com a realidade do trabalho. Ou seja: quando for solicitado a agir em seu ambiente, o operador encontrará, no sistema, um ponto de apoio. Esse sistema de apoio à decisão vai conter os elementos necessários para a pessoa agir em determinadas situações, já que ele foi concebido a partir das regras oriundas da prática.

Normalmente, ambientes de trabalho são dinâmicos e complexos, e um sistema de apoio à decisão é uma opção para melhorar o desempenho dos operadores. Nesses ambientes, em que há muita variabilidade, esse sistema pode tornar-se uma alternativa para auxiliá-los no controle das variáveis e na melhoria das tomadas de decisões. Com isso, o operador terá um alívio do esforço cognitivo e poderá dedicar-se melhor à execução das demais atividades.

Esta pesquisa propõe, baseando-se em referencial teórico da área, uma nova perspectiva para a concepção de sistemas. Diferentemente do que se vê atualmente nas empresas, trazer a prática e a análise em profundidade da atividade permite cometer menos erros. As vantagens de sistemas concebidos com base na atividade são significativas. Em primeiro lugar, um sistema aderente é melhor aceito pelo usuário, uma vez que o objeto condiz com a sua realidade. Há, também, uma diminuição do tempo de operacionalização do sistema, tendo em vista que isso diminui os custos do processo de implantação. Além disso, os retrabalhos, que acontecem com frequência quando os sistemas são concebidos de outra forma, são minimizados.

A dissertação se estrutura em sete capítulos, sendo que o primeiro é esta introdução em que se propõe a ideia geral desta dissertação.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica. Com base referencial teórico, é possível compreender como os sistemas estão sendo concebidos atualmente. A seguir propõe-se uma nova abordagem para a concepção de sistemas, mostrando como os conceitos podem ser operacionalizados com o objetivo de melhorar a integração dos operadores e das máquinas

nos processos produtivos. O conteúdo teórico apresentado nesse capítulo serve como base para discutir os casos reais da empresa em que a pesquisa foi realizada.

O processo produtivo e a demanda que geraram esta pesquisa são levantados no capítulo 3. Em primeiro lugar, para que se possa compreender com mais facilidade os casos que serão discutidos, fala-se do processo produtivo, dada a sua complexidade. Posteriormente, são expostas as questões que dão base ao nosso estudo.

No capítulo 4, que aborda o percurso metodológico, são indicados as metodologias e os métodos utilizados, o desenvolvimento da pesquisa (idas a campo e cronograma) e das competências da pesquisadora, sem o qual esta pesquisa não teria sido concluída.

No capítulo 5, menciona-se o papel regulador do operador. Nesse capítulo, são apresentados o operador, suas tarefas e a introdução dos casos coletados. Os casos descritos mostram a variabilidade com a qual ele lida na prática e como toma decisões.

A discussão dos resultados é feita no capítulo 6. Nele, aprofundamos a análise dos casos introduzidos no capítulo 5, afim de mostrar como um sistema de apoio à decisão pode ser concebido de forma a auxiliar o operador em sua tomada de decisão. São comentados os requisitos para a concepção de um sistema aderente e integrado, isto é, condizente com a realidade do seu trabalho e que respeita as limitações das máquinas e dos humanos.

Por fim, o capítulo 7 apresenta as considerações finais desta dissertação, que permitem entender como a atividade do operador poderia ser aperfeiçoada com o auxílio de um novo dispositivo técnico, integrado e aderente.

2. CONCEBENDO SISTEMAS ADERENTES E INTEGRADOS

2.1 As perspectivas para a concepção das tecnologias

Há um abismo entre o potencial das tecnologias e a sua realidade. Nos anos 70, para preencher essa lacuna, os pesquisadores formularam um plano, no qual propuseram uma produção socialmente útil das tecnologias. Esse plano assumiu significância internacional, e suas principais propostas se tornaram conhecidas. Uma dessas propostas buscava pensar no duplo papel que os envolvidos exerciam na sociedade, tanto como produtores quanto consumidores. Eles se questionaram sobre os meios de produção com perguntas relacionadas ao que fizeram, ao por que fizeram, ao como fizeram e se, realmente, deveriam ter feito. A partir desses questionamentos, de início, sugeriram pensar não só a respeito da possibilidade de objetivar o conhecimento humano, mas também na possibilidade de responder melhor a ele (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991).

Com base nessa discussão, surgiu o conceito de concepção “centrada no ser humano”¹. Cooley (1976 *apud* CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991) acredita que esse termo tenha sido utilizado por ele, pela primeira vez, em uma conferência em que eram lançados os planos para produção socialmente úteis. Essa foi uma vertente no sentido de providenciar uma mudança no pensamento paradigmático dos *designers thinking*. Essa mudança buscou lidar com o problema da redução dos seres humanos a meros apêndices das máquinas e, conseqüentemente, a eliminação dos bens mais preciosos da sociedade: as habilidades, a criatividade e a intencionalidade das pessoas.

Para compreendermos o porquê do surgimento desse novo conceito, abordaremos aqui três aspectos que são considerados no que tange à produção de tecnologias. Baseando-se na premissa de sistemas técnicos e de seres humanos mantêm entre si uma relação, pelo menos três perspectivas são consideradas.

- Abordagem tecnocêntrica é a priorização das máquinas, que são mais valorizadas que seres humanos.
- Abordagem sociotécnica é a busca de um ponto de equilíbrio entre ambos.
- Abordagem antropocêntrica é a prioridade dada aos seres humanos em detrimento das máquinas. Ainda assim, essa abordagem tenta buscar uma combinação equilibrada

¹ A expressão “centrada no ser humano” será substituída por antropocêntrica.

desse tipo de prioridade, como será visto posteriormente (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991).

2.1.1 Abordagem tecnocêntrica

A abordagem tecnocêntrica tem uma visão mecanicista do funcionamento dos processos produtivos, sendo que os seres humanos são pensados como máquinas biológicas. Em meados do século 19, tentativas foram realizadas de forma a codificar e promover ideias de que o gerenciamento do trabalho poderia ser desenvolvido como se eles fossem máquinas. No século 20, a abordagem mecanicista foi estruturada de forma mais sistemática (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991). Max Weber fez observações a respeito da mecanização da indústria:

“O modelo mecanicista provou ser um conceito extremamente poderoso, ainda durante as últimas quatro décadas, durante as quais a tecnologia da informação foi difundida em quase todos os aspectos da vida profissional. **No que diz respeito ao campo de trabalho e tecnologia, o sonho final é a fábrica totalmente automatizada.**” (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991, p.6 – tradução livre e grifo da autora)

De um lado, acreditava-se que todos os processos, inclusive os de ação humana, eram passíveis de racionalização. Era como se o tempo fosse “unidimensional, fluindo do passado para o presente e futuro” (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991, p.7) e se se pudesse sempre “prever acuradamente qualquer situação no futuro, se soubéssemos quais os fatores operando no presente” (*Idib.*, 1991, p.7). Em outras palavras, bastava encontrar o conjunto de situações no presente, possíveis de prever os acontecimentos futuros, para transformá-lo em regras que iriam compor as novas tecnologias, de forma que essas substituíssem o fator humano. Os sistemas técnicos, nessa abordagem, são considerados mais importantes do que as pessoas.

Por outro lado, pontuou Gareth Morgan (*apud* CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991, p.8):

“Essa abordagem só funciona bem debaixo de condições em que as máquinas funcionam bem: (a) quando se tem uma tarefa direta para se executar, (b) quando o ambiente é estável o suficiente para assegurar que os produtos produzidos serão adequados, (c) quando se deseja produzir exatamente o mesmo produto sempre, (d) quando a precisão é superior, (e) quando as peças humanas da máquina são compatíveis e se comportam conforme elas foram projetadas.” (tradução livre da autora)

Quando uma dessas premissas não é atendida, aparecem as limitações e fraquezas dessa abordagem. Paira sobre ela a ideia de que um “modelo universal” de integração entre as

diferentes partes do sistema de produção – humanos e máquinas – pode ser aplicado com o uso de regras universais, o que resultou em um aumento da complexidade dos problemas. Realizaram-se esforços para manter as estruturas dentro de um limite de controle, ou seja, para racionalizar os processos. A ideia de que o projeto do sistema era iniciado como um todo e depois, de modo gradual, os detalhes fossem especificados até que sua implantação se tornasse possível – princípio *top down* – trouxe problemas aos sistemas. Esses problemas serão abordados em tópico posterior (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991).

Em vários casos, a abordagem tecnocêntrica falhou na produção dos resultados desejados (MAJCHRZAK, 1988 *apud* CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991, p.8). Cada vez mais se tornou óbvio – até mesmo para os cientistas computacionais, mas essencialmente entre as pessoas do ciclo de gerenciamentos industriais – que as razões para isso estavam no fato de não se levar em consideração a realidade do trabalho na organização. Em razão disso, e, talvez, de uma não motivação, os usuários finais foram continuamente tidos como insuficientemente disciplinados para lidar corretamente com os sistemas (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991).

Embora essa abordagem apresentasse lacunas, não se pode julgá-la obsoleta ou totalmente errada. A sua contribuição é muito importante, porque os avanços técnicos e as possibilidades das tecnologias advêm dela, mas isso não é suficiente. Na verdade, se vista como a única perspectiva para implantação de uma nova tecnologia no trabalho, ela é considerada insuficiente. Era necessário que os projetistas se tornassem mais conscientes dos seus limites e permitissem que outras perspectivas influenciassem o desenvolvimento das tecnologias (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991).

2.1.2 Abordagem sociotécnica

O conceito de abordagem sociotécnica foi criado em 1950, em uma tentativa de conscientização das qualidades interdependentes dos aspectos sociais e técnicos do trabalho. Ambos são considerados igualmente importantes, e eles não se subordinam uns aos outros. Como os aspectos técnicos já possuíam seu valor dentro do sistema, era preciso valorizar também o fator humano. O foco se tornou estimular a produtividade com base na satisfação das necessidades dos empregados. Dando-lhes autonomia, responsabilidade e empregos motivadores, os operadores se sentiriam mais importantes. Essa premissa é uma resposta aos efeitos da abordagem tecnocêntrica (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991).

Em contraste com a abordagem tecnocêntrica, a abordagem sociotécnica tem uma visão mais positiva do ser humano. Ele é membro do grupo e é percebido como ativo, como uma pessoa responsável e interessada em fazer um “bom dia de trabalho”, se o salário e o reconhecimento de seu labor forem atrativos. A abordagem sociotécnica tentou aumentar a influência dos usuários e a participação democrática de grupos multidisciplinares na produção das novas tecnologias (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991).

Apesar de seus êxitos, essa abordagem também apresentou as suas limitações ao tratar a organização como dois sistemas separados em equilíbrio. Cada sistema foi amplamente aceito, fez com que as questões fossem reduzidas às relações sociais mais adaptáveis aos dispositivos técnicos existentes. Na verdade, o que deveria acontecer seria a adaptação dos dispositivos às pessoas. As possibilidades de mudanças, portanto, foram limitadas desde o início (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991).

Apesar dessas limitações, essa abordagem também não deve ser desconsiderada. Ela permitiu que se desenvolvessem ferramentas úteis para analisar a produção do trabalho e a concepção das tecnologias: ferramentas como o trabalho requerido e os critérios de autonomia do grupo são, quando levados a sério, um desafio para o *design* de dispositivos técnicos no trabalho. Embora tenha mudado as perspectivas dos trabalhadores em uma direção mais ampla, a abordagem sociotécnica não chegou a compreender a real importância do conhecimento subjetivamente delimitado do processo de trabalho (CORBETT; RASMUSEEN; RAUNER, 1991). Esse é o objeto de interesse que será discutido na terceira perspectiva.

2.1.3 Abordagem antropocêntrica

A avaliação crítica das limitações da abordagem sociotécnica levou ao antropocentrismo, nos anos 70. Essas duas abordagens tinham em comum que o conhecimento utilizado no trabalho e as ações dos seres humanos deveriam se refletir, de uma maneira dinâmica, no projeto dos sistemas, nas máquinas e tecnologias que seriam concebidos como novos meios de produção.

A principal questão suscitada, quando foi sugerida essa nova abordagem, estava relacionada à produção socialmente útil das tecnologias. Os pesquisadores reunidos com engenheiros, técnicos, sociólogos, psicólogos e gerentes propuseram conceitos que tinham duas vertentes. A primeira visava repensar a produção das tecnologias, a fim de unir o que era tecnicamente possível com o socialmente útil. De um lado, a contribuição científica para identificar as possibilidades tecnológicas e as formas como estão disponíveis, tais como conhecimento,

ferramentas, métodos e habilidades. Do outro lado, a resposta a algumas questões quanto ao que seria socialmente útil e desejável, ou seja, as orientações, os desejos e os interesses culturais, sociais e subjetivos, que governavam o *design* das tecnologias. A segunda vertente objetivava reunir a técnica com a prática, através dos grupos multidisciplinares, o que permitira que uns contribuíssem com os outros teórica e praticamente. (CORBETT; RASMUSEEN; RAUNER, 1991).

A produção socialmente útil permitiria que as tecnologias produzidas fossem adequadas aos processos nos quais seriam inseridas. Percebeu-se que não era suficiente utilizar todos os avanços tecnológicos existentes, se a ferramenta concebida não fosse útil para o usuário.² Em relação ao desenvolvimento tecnológico, Rosenbrock (1977, *apud* CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991, p.12) afirmou que

“não se deveria usar o homem ou a mulher para desempenhar trabalhos fragmentados sem significado que os reduzem a autômatos. Mas isso não é a mesma coisa que sugerir que se retorne aos dias primitivos artesanais. O problema é maior do que apenas usar a melhor tecnologia que conhecemos, mas fazer com que ela se torne um apoio àqueles que trabalham com ela, para que seus trabalhos se tornem um enriquecimento, para que seus trabalhos não se tornem um empobrecimento de sua humanidade e para que o recurso que suas habilidades representam seja usado no mais alto nível.” (tradução livre da autora)

A abordagem antropocêntrica redescobriu a importância do conhecimento subjetivamente limitado.³ O indivíduo, nessa abordagem, é proeminente em relação à sua posição no que diz respeito às abordagens sociotécnicas e tecnocêntricas. O significado do trabalho é procurado dentro dos próprios indivíduos. Se a uma pessoa é permitido controlar e influenciar seu modo de trabalho e seus próprios resultados, a ela cabe a responsabilidade de assumir uma produção de qualidade. Assim sendo, a tecnologia deveria ser moldada de uma maneira que pudesse

² O exemplo a seguir ilustra as consequências de uma tecnologia concebida sem levar em consideração o lado “socialmente útil”. Suponhamos que, no Brasil, seja criada uma máquina a fim de substituir o homem na ação de fazer o sinal positivo com as mãos (cerrar os punhos e deixar o polegar esticado pra cima), que seria utilizada no trabalho de “cumprimentar pessoas”. Esse ato de fazer o sinal positivo pode ser facilmente reproduzido por uma máquina. Essa nova tecnologia possibilitaria os brasileiros com suas “máquinas de cumprimento” e não seria mais necessário que usassem as mãos. A máquina faria o sinal positivo e demonstraria algo afirmativo. E se um brasileiro levasse essa máquina para exercer o mesmo trabalho no Irã? Lá, o gesto do sinal positivo pode indicar algo ofensivo, como significa o dedo médio levantado no Brasil, o que significa que a máquina não seria útil pra ele. Esse é o exemplo de uma máquina que seria tecnicamente viável, mas não socialmente útil. Para criar uma máquina socialmente útil no Irã, seria necessário fazer uma máquina que cumprimentasse da forma como as pessoas desse país se cumprimentam.

³ No caso da máquina de fazer o sinal positivo, por exemplo, o trabalhador teria a capacidade de perceber, no momento em que chegasse ao Irã, que aquela máquina não serviria para exercer o seu trabalho. Ele saberia julgar que ela não era adequada e que ele precisaria de uma ferramenta melhor para realizar o seu trabalho. Assim, saberia escolher entre usar a máquina brasileira ou a máquina iraniana dependendo do país onde estivesse e ficaria, a seu critério, definir quando usá-las adequadamente, com a finalidade de produzir melhores resultados. A abordagem antropocêntrica buscou entender como ele realizaria esse tipo de trabalho.

apoiar a “pessoa inteira”, a fim de que o uso do dispositivo técnico pudesse desenvolver a criatividade, o prazer do trabalho e as habilidades especiais do indivíduo. Nessa abordagem, diferentemente das outras, o trabalho foi colocado como ideia principal (CORBETT; RASMUSEEN; RAUNER, 1991).

Essa abordagem propunha que as tecnologias fossem produzidas de forma ascendente. De um lado, abordagem tecnocêntrica, com sua visão mecanicista, propunha que os modelos fossem produzidos de forma mais geral e depois fossem adaptados aos locais de trabalho; do outro, o antropocentrismo e abordagem sociotécnica sugeriam que as tecnologias pudessem advir do trabalho.

2. 3 Resolvendo problemas: diferença entre seres humanos e máquinas

A concepção tecnocêntrica dos sistemas automatizados acabou gerando mitos relacionados aos automatismos. “Sistemas especialistas e apoios de decisão automatizados podem fazer com que novatos se tornem *experts*” (MOSIER; 1997, p.322), “apoios de decisão automatizados podem levar em consideração mais elementos que humanos experientes” (MOSIER; 1997, p. 325) e “humanos experientes estão aptos a dizer quando o sistema está cometendo um erro” (MOSIER; 1997, p. 326) são alguns mitos que são tomados como verdades e desconsideram a importância do elemento humano e sua experiência (MOSIER, 1997). Tentaremos, neste tópico, desmitificar uma das premissas muito levada em consideração atualmente.

“Apoios à decisão e sistemas especialistas tomam decisões da mesma maneira que humanos experientes fazem.” (MOSIER; 1997, p.322) Esse é um tipo de mito no qual as empresas acreditam quando concebem sistemas, esperando que estes possam substituir, por completo, os operadores. Em parte, essa é uma premissa verdadeira, mas não por completo. De um lado, há ações que as máquinas podem executar com mais precisão do que um ser humano. Por outro, humanos agem diferentemente das máquinas para resolver diversos tipos de problemas que vivenciam no dia a dia.

No campo da resolução de problemas, os seres humanos podem lidar com problemas estruturados e não estruturados. Para Newell e Simon (1958), “problemas bem estruturados” são aqueles que podem ser formulados de forma explícita e quantitativa e solucionados através de regras computacionais conhecidas. Se for possível encontrar todas as regras e os

prováveis caminhos a serem percorridos para as soluções que se quer obter, basta selecioná-los e correlacioná-los para que um computador consiga sempre encontrar as soluções.

Na sua teoria de resolução de problemas, Newell e Simon ainda apresentam outro conceito: o espaço-problema. Esse espaço é “a representação que o solucionador tem na memória sobre o ambiente da tarefa, que consiste no modo onisciente de descrever o problema real” (SIMON E NEWELL, 1971 *apud* FARAH, 2017). Então, entender o comportamento do ser humano, ao solucionar um problema, implicavoltar à estrutura dos espaços-problema e descobrir as informações desses espaços, as quais podem ser extraídas por meio de regras e processos heurísticos e utilizadas para buscar a solução desse problema. Ou seja, encontrar problemas estruturados dentro do espaço-problema.

Dreyfus e Dreyfus (2012) definem os problemas bem estruturados similarmente. Segundo eles, nas áreas estruturadas, os objetivos e as informações relevantes são claros, os efeitos das decisões são conhecidos e as soluções são verificáveis, podendo ser examinadas racionalmente. A esse tipo de problemas MinskyandPapert (1970, *apud* Dreyfus e Dreyfus; 1979, p.9) denominam de “micromundos”.

Nos micromundos, todos os contextos e as suas variações foram cuidadosamente considerados. É possível encontrar um conjunto de regras em que todos os possíveis caminhos a serem percorridos são previstos de acordo com os contextos, sem que haja surpresas. Dessa forma, tem-se uma solução já pré-estabelecida, conhecida, que geralmente é única para cada caso mapeado. “Exemplos de áreas estruturadas de tomadas de decisões são as manipulações matemáticas, os enigmas e, no mundo real, o roteamento de caminhões de entrega e mesclagem de petróleo”. (DREYFUS E DREYFUS, 2012, p.6) Quando um micromundo é identificado, tem-se que a automatização é possível: uma máquina consegue executar com precisão a atividade ou ação contida naquele micromundo.

Embora isso possa ser verdade no que se relaciona a domínios isolados, estruturados, combinatórios ou em sistemas do mundo real, de acordo com os quais nossos modelos são precisos e completos, essa premissa não é necessariamente verdadeira em domínios dinâmicos e naturalistas. Sistemas que solucionam problemas para o usuário o fazem de forma analítica, construindo soluções de forma seletiva e eficiente partindo de um espaço de alternativas. A abordagem desses sistemas corresponde às teorias clássicas de tomada de decisão que se concentram na resolução de problemas analíticos. Isso significa que as nuances críticas da avaliação da situação podem estar presentes apenas na forma mais genérica, pré-programável

e assumem que o domínio é estruturado e isolado (MOSIER, 1997). Assim, em ambientes de trabalho muito complexos é possível que os trabalhadores lidem com problemas não estruturados.

Segundo Simon (1973), a diferença entre problemas estruturados e não estruturados é vaga, fluida e de difícil formalização. Assim, um problema é não estruturado se não pode ser estruturado: apresenta uma lacuna de definição, em que não se consegue encontrar regras claras e bem-definidas. Utilizando o exemplo de um jogo de xadrez, o autor diz que a falta de estruturação se torna evidente se consideramos uma partida inteira e não apenas um movimento. Ele atribuiu essa dificuldade em caracterizar esse tipo de problema como estruturado ao fato de os computadores não terem capacidade de lidar com um espaço-problema tão grande.

Em outras palavras, Newell e Simon acreditavam que, se chegassem ao nível de conseguir processar tamanho número de informações, os computadores seriam capazes de resolver todos e quaisquer tipos de problemas. Esse ponto de vista considera que o pensamento humano é analítico e é necessário apenas delinear o espaço-problema, partindo-se da experiência daquele que conhece sobre o problema, e definir todos os possíveis caminhos a percorrer para se chegar a uma ação satisfatória.

Em uma crítica à perspectiva de Newell e Simon, Dreyfus (1975) mostra que a forma de agir do ser humano, em um determinado nível de expertise, não se restringe à utilização de regras lógicas e tampouco é passível de formalização. Dreyfus e Dreyfus (2012) se utilizam do estudo de aquisição de habilidades de uma pessoa para mostrar como um ser humano experiente resolve problemas não estruturados: de forma intuitiva, lidando com inúmeros fatos e aspectos potencialmente relevantes, que não se interrelacionam e determinam outros eventos de forma clara. Essa forma de lidar com esses problemas advém da experiência adquirida através das situações vividas. Klein (1993, *apud* Mosier, 1997) observa como a experiência aparece no ambiente de trabalho:

“Quando observamos *experts* tomando decisões em ambientes dinâmicos do mundo real, como a sala de operação de plataforma de vôo de aeronaves, nós vemos que eles agem e reagem com base em suas experiências anteriores. Eles gerenciam, monitoram e modificam os planos para atender às necessidades da situação” (Klein, 1993; *apud* Mosier, 1997, p. 321- tradução livre da autoria)

2.3.1 A análise cognitiva do trabalho

Com base numa nova perspectiva – a abordagem antropocêntrica e suas expectativas –, foi proposto um projeto de Manufatura Integrada por Computador (CIM), que tinha, como premissa, o fato de que um sistema com uma pessoa diretamente no controle, comparado a um sistema “não tripulado”, seria mais eficiente, mais robusto e mais flexível. Esse projeto foi subdividido em três projetos diferentes, mas interconectados: Manufatura Auxiliada pelo Computador (CAM), na Inglaterra; Projeto Auxiliado pelo Computador (CAD) na Dinamarca; e Planejamento Auxiliado por Computador (CAP), na Alemanha. (CORBETT; RASMUSEEN; RAUNER, 1991).

Para tal, foram formados grupos multidisciplinares. Dos engenheiros, se esperava que pudessem contribuir com a precisão, a velocidade, a regularidade, a eficiência das máquinas. Como já era do conhecimento desses profissionais a capacidade das máquinas, eles eram capazes de contribuir para parte desenvolvimento do sistema, transformando os requisitos, definidos em conjunto com os demais membros, em linguagens adequadas para dar forma ao sistema. Além disso, eram capazes de dizer se esses requisitos seriam tecnicamente possíveis. De fato, suas experiências nessa área permitiram que desenvolvessem a sua parte com exatidão. Os cientistas sociais incluíam os psicólogos, sociólogos e antropólogos. Os psicólogos seriam influenciados pela conectividade, redundância e capacidade de auto-organização das atividades. Os sociólogos acentuariam os interesses convergentes, os conflitos e os significados do poder e das estratégias de participação na tentativa de encontrar esses aspectos na prática. Os antropólogos influenciariam o significado da linguagem, das regras e das redes informais de trabalho e relações pessoais (CORBETT; RASMUSEEN; RAUNER, 1991).

A ciência cognitiva baseada no computador se desenvolveu muito. Vários estudos vinham sendo realizados por pesquisadores adeptos da Inteligência Artificial, como seus pioneiros – Newell e Simon – e seus seguidores. Com esses estudos, a capacidade das máquinas foi se desenvolvendo e, com ela, houve uma grande expectativa em relação à substituição dos homens pelas máquinas. A forma como o ser humano agia, entendida por esses estudiosos como de forma maquinal, levou à crença de que as máquinas poderiam ser mais poderosas e eficazes do que os seres humanos em quaisquer tipos de situação. Dessa forma, essa ciência se desenvolveu cada vez mais e a abordagem tecnocêntrica foi tomando seu espaço. Nos ambientes industriais, tal abordagem não foi outra.

Nos anos 80, uma nova ciência a mediação cognitiva humana para conceber dispositivos técnicos (CARROL, 1991, HOLLNAGEL, E.; MANCINI, G.; WOODS, D; 1985). Essa mediação era uma forma de compreender como o trabalho se realizava na prática, em ambientes dinâmicos e complexos, identificando a tomada de decisão nesses ambientes. Mesmo com as propostas de se colocar a atividade humana como centro da concepção das tecnologias, ainda não se conseguia ver a abordagem antropocêntrica prevalecendo na prática dos trabalhadores. A cognição baseada nos computadores se desenvolveu tanto que não deixou espaço para a cognição humana se desenvolver também.

2.3.2 Evitando erros através da cognição humana na concepção dos sistemas

Vejamos os três exemplos de sistemas que foram concebidos com uma abordagem tecnocêntrica.

- Um robô é colocado, no lugar de operadoras, para realizar a virada de queijos no processo produtivo. Com o passar do tempo, há diminuição das vendas e reclamação dos clientes quanto à qualidade. A empresa que criou o robô vai verificar o que aconteceu, constatando que as operadoras não viravam os queijos no tempo pré-determinado somente. Elas os cheiravam e verificavam seu aspecto físico e só, então, viravam o produto quando todos esses aspectos atendiam às condições para a virada (DURAFFOURG, 2013)
- Foi definido que uma operação de torneamento de peças seria descrita através da velocidade de avanço e profundidade de passo. Ao observar o que os operadores realmente faziam, constatou-se que esse torneamento era controlado por meio da apara, pela presença de fumaça e de vibrações das ferramentas (DANIELLOU; LAVILLE; TEIGER, 1983)
- Foi introduzida uma linha de robôs de soldagem na indústria automobilística, esperando que eles funcionassem sem intervenção humana. Descobre-se que os operadores frequentemente intervêm nos robôs. Por quê? A automatização se deu apenas na operação de soldagem, mas os operadores não soldavam apenas. Se a borda de uma chapa de ferro estava malcolocada, ele detectava o incidente e podia compensá-lo, mudando a posição da garra ou deslocando o ponto ligeiramente. Como não detectava essa variação do produto, o robô parava e só conseguia retomar a operação ao ser religado por um operador (DANIELLOU; LAVILLE; TEIGER, 1983).

Esses sistemas foram concebidos baseando-se em observações dos projetistas. Segundo Daniellou, Laville e Teiger (1989, p.3), o que se constata é que “o que é automatizado é a idéia que os organizadores [projetistas] têm da atividade de produção e não a realidade desta”. Os autores ainda ressaltam que “muito frequentemente a automatização ocorre sobre uma série de gestos definidos pelos engenheiros de métodos” (p.3). Dessa forma, a idéia que projetistas e engenheiros imaginam para o controle do processo é diferente daquela realmente realizada na prática.

Partindo-se dos casos apresentados, pode-se questionar: Se os operadores desse processo, hipoteticamente, não pudessem recorrer a outros meios para realizar a sua atividade, seriam capazes de agir adequadamente no processo? Se os parâmetros que eles usam para atuar no processo são diferentes daqueles que foram considerados na concepção do sistema, provavelmente, não. Dessa forma, esses dispositivos não seriam úteis.

A análise da cognição humana é uma maneira de evitar que esses tipos de erros aconteçam. Nesses casos, ao se analisar a cognição humana dos operadores, o sistema corresponderia aquilo que o operador fazia e, dessa forma, seria mais fácil para que se alcançassem os resultados que se espera para a concepção dos sistemas e do processo produtivo.

2.3.3 Sistemas aderentes à realidade

O que esses casos têm em comum? Todos eles mostram que os sistemas automatizados foram concebidos sem se levar em consideração a atividade humana e de que modo ela efetivamente ocorre. Em consequência, os sistemas resultantes não eram aderentes, ou seja, não produziam os mesmos resultados dos operadores. Aos olhos de um observador externo, aquilo que parece óbvio de ser utilizado para controle do processo pode, muitas vezes, não ser o que faz sentido para um operador experiente. A abordagem antropocêntrica para a concepção dos sistemas é o que se propõe para que se possa cometer menos erros.

Evocar a atividade humana é conceber um sistema que tenha “aderência” (SCHWARTZ, 2009, p.265) à realidade. A identificação dos casos reais e singulares permite compreender como são realizadas as ações e ou tomadas as decisões dos operadores em situação, transferindo-as para o sistema quando possível e permitindo que haja uma aproximação da realidade vivida pelos operadores. O sistema aderente está mais próximo das situações do aqui e agora e, com isso, o operador pode se utilizar do instrumento de apoio de forma precisa, no momento em que sua atividade solicitar. Os sistemas produzidos em desaderência

levam ao erro, tornando possível gerar perdas para a empresa, como foi o caso do exemplo do robô queijeiro.

2.4 A divisão do trabalho entre os humanos e as máquinas

Tendo em vista que seres humanos e máquinas não agem sempre de forma igual para resolver todos os tipos de problemas, a abordagem antropocêntrica e a análise cognitiva permite se encontrem os limites de cada um desses elementos. O Quadro 1 faz uma comparação entre as ações que são melhores desempenhadas pelo humano e pela máquina. Como vimos anteriormente, para resolver problemas em ambientes dinâmicos e complexos, os seres humanos não agem como as máquinas. Nos ambientes de trabalho, isso não é diferente, como bem resume Dreyfus e Dreyfus (2012):

“Mas, a despeito da “racionalização” do trabalho e da sua decomposição em movimentos precisamente especificáveis, e também não obstante as incontáveis horas gastas seguindo-se passos pré-estabelecidos em uma ordem rígida, os seres humanos jamais atingem a precisão das máquinas que seguem regras. No entanto, eles exibem uma flexibilidade, uma capacidade de julgamento e uma intuição que resistem a uma decomposição em especificações e inferências, as quais se mostraram igualmente difíceis de incutir em máquinas lógicas. (DREYFUS E DREYFUS, 2012, p. 59)

Quadro 1 - Ações do humano e da máquina

Humano é melhor para:	Máquina é melhor para:
Sensibilizar-se com uma grande variedade de estímulos	Executar rotinas, ações repetitivas ou operações muito precisas
Guardar grande número de informações durante longo tempo e relembrar fatos notáveis em ocasiões apropriadas	Armazenar e relembrar grande número de informações em pequeno espaço de tempo
Exercer julgamentos quando os eventos não podem ser completamente definidos	Executar computações rápidas e complexas com grande precisão
Reagir a eventos imprevistos e de baixa probabilidade de ocorrência	Executar várias tarefas diferentes ao mesmo tempo
Apresentar soluções originais para certos problemas, por exemplo, soluções alternativas	Não se sensibilizar com fatores estranhos
Executar operações delicadas, especialmente quando podem surgir desvios e imprevistos	Executar operações com rapidez, continua e precisamente, na mesma rotina, por longo tempo
Continuar a executar o trabalho, mesmo quando sobrecarregado	Operar em ambientes hostis ao homem ou além dos limites de tolerância das capacidades humanas

Fonte: quadro adaptado de Ilda e Wierzzbick, 1978, p.9 *apud* Lima e Silva, 2000

As máquinas possuem capacidades diferentes daquelas dos seres humanos. Executar várias tarefas diferentes ao mesmo tempo é um bom exemplo. Essas máquinas conseguem se manter, por muito tempo, executando uma ou mais operações com rapidez e de forma contínua. Quando é possível transferir determinadas ações para um sistema, o ser humano fica aliviado de determinados esforços cognitivos. A máquina entra como um grande auxílio em sua atividade.

Vejamos o exemplo da segunda linha do Quadro 1. De um lado, quando são disponibilizadas várias informações das quais um operador precisa para operar um sistema em um painel na sala de controle, o computador é eficaz. Ele mantém, por tempo indeterminado as informações disponíveis, visíveis ao operador. Assim, cabe ao trabalhador interpretar aqueles dados apresentados. Por outro, o operador tem como trunfo a sua experiência, que lhe permite ter a capacidade de interpretar os dados disponibilizados, com o objetivo de lembrar fatos notáveis em ocasiões apropriadas – resolver problemas não estruturados de acordo com as situações que se tem de enfrentar.

A forma como estão apresentadas as ações no quadro dá uma idéia muito dicotômica, “como se os homens e suas objetivações técnicas constituíssem mundos à parte” (LIMA E SILVA, 2000, p. 110). Separando as ações dos homens e das máquinas, parece que o sistema homem-máquina está pronto para atender aos objetivos esperados. De fato, esse é o primeiro passo, mas não podemos nos limitar a isso. De um lado, transferem-se os “micromundos”, como atividades de cálculos, tarefas repetitivas, disponibilização de informações, gráficos de tendências para o sistema, a fim de que possam ser executados com mais rapidez e precisão. Por outro lado, ficam a cargo do operador atividades, como a interpretação de dados, os julgamentos corretos, a antecipação de problemas.

2.5 O ser humano como elo importante do processo

Na abordagem tecnocêntrica, o operador é considerado um resíduo da automação. Sistemas tecnocêntricos esperam que, na medida dos avanços dados pela tecnologia, a atividade humana deva ser eliminada ou reduzida ao mínimo possível (CORBETT; RASMUSEEN; RAUNER, 1991; SILVA E LIMA, 2000). A premissa é: quanto mais automatizado um sistema, mais limitada a atividade humana, mais ele se torna um processo confiável e seguro (SILVA E LIMA, 2000). Em contrapartida à visão tecnocêntrica, Bibby, et al (1975, *apud* Bainbridge, 1983, p.775) afirma:

“Até mesmo os sistemas altamente automatizados, como redes elétricas, necessitam de humanos para supervisão, ajustamento, manutenção, expansão e aperfeiçoamento. Portanto, pode-se paradoxalmente concluir que os sistemas automatizados ainda são sistemas homem-máquina, para os quais tanto os fatores técnicos quanto os fatores humanos são importantes.”

É necessário considerar, na concepção dos sistemas, que o ser humano, guarda funções que são de sua exclusividade, passa a desempenhar um papel essencial na racionalização do processo. À medida que um dispositivo técnico vai sendo incorporado ao meio de trabalho, a atividade humana adquire mais relevância. O operador é que será capaz de julgar as decisões do sistema, de interpretar sentido e significados de eventos singulares e até mesmo de contribuir para a melhoria contínua do sistema através de erros e falhas, cada vez mais complexos (LIMA E SILVA, 2000).

Isso significa que, mesmo que se consiga o nível mais alto de automatização, o operador ainda é peça fundamental na operação de um sistema. A capacidade de interpretar dados, capacidade de agir em situações completamente novas, identificar de falhas do sistema, realizar manutenção e supervisão do sistema é uma característica do ser humano necessária para que o dispositivo técnico tenha bom desempenho. Quando isso é desconsiderado, mesmo em um sistema que tenha atingido o máximo possível de automatização, a atividade humana, ainda presente, é afetada.

Duas ironias são geradas a partir do ponto de vista dos projetistas em acreditar que o ser humano deva ser eliminado do processo. Em primeiro lugar, os erros de *design* podem ser uma fonte maior de problemas operacionais (BAINBRIDGE, 1983)⁴. Dependendo da forma como é projetado o sistema, os operadores podem enfrentar problemas como dificuldades de realizar comandos, de identificar falhas, de atualizar informações, de identificar quais regras os sistemas estão utilizando para julgar se devem ou não segui-las. Esses tipos de dificuldade são decorrentes do não reconhecimento que se tem da importância do fator humano no processo e, conseqüentemente, “a utilização do sistema pelo operador acaba se tornando muito difícil” (BAINBRIDGE, 1983, p.776).

A segunda ironia é que o projetista ainda deixa para o operador as funções que não consegue automatizar. Por não saber como fazê-lo, ainda que seu objetivo seja o de eliminar o operador, ele mantém algumas funções para o operador executar, como retomar a produção

⁴ Um problema indireto aqui é o retrabalho dos projetistas. O trabalho de Ferreira (2004) trata sobre o estresse dos programadores de sistemas. Uma das dificuldades apontadas que é causa desse estresse é o retrabalho com lógicas computacionais: ao serem atualizados com informações novas vindas da operação, encontrar um erro nos algoritmos e corrigi-lo é um trabalho árduo e desmotivante. Isso reforça a importância de se fazer com que a atividade humana seja evocada para a concepção dos sistemas técnicos.

manualmente e identificar as falhas que o sistema apresentar. Então, os operadores ficam a cargo dessas funções, mas pouco se pensa em como dar suporte a eles para que as exerçam (BAINBRIDGE, 1983, p.776). Por exemplo: se o operador supõe que uma decisão fornecida pelo sistema está errada, baseando-se na sua experiência, ele não tem uma forma de verificar quais os caminhos percorridos pelo dispositivo a fim de optar por seguir ou não tal decisão.

2.6 Simulação

Uma alternativa para auxiliar a atividade é a simulação. Segundo Baladez (2009), o objetivo da simulação é encontrar soluções para um sistema, levando em conta modificações que nele ocorrem. As técnicas de construção de simuladores envolvem, portanto, o estudo de um sistema real, sua modelagem e a exploração de suas possibilidades. O autor ressalta a diferença entre representação e simulação, embora ambos os conceitos estejam interligados. Representação é a reprodução estática dos objetos no sistema, ao passo que a simulação apresenta processos dinâmicos onde ocorre interação entre sujeito e objeto (BALADEZ, 2009).

O estudo de alguns sistemas é inviável a não ser por simulação, como tempo, segurança, ética e condições físicas e climáticas. O tempo pode ser um empecilho para casos em que o sistema, para estar na situação desejada, depende de um tempo longo para estar na condição desejada, como estudos de população e mudanças na natureza. Há também casos onde o sistema real oferece riscos à vida e integridade das pessoas. Dessa forma, a simulação possibilita encontrar respostas rápidas que levariam anos para serem alcançadas (BALADEZ, 2009).

Um bom simulador precisa modelos fiéis à realidade e mostrar flexibilidade para lidar com situações variadas, porém não deve atingir um nível de complexidade que apresente dificuldade de utilização. Para isso, é importante que a criação dos modelos leve em consideração apenas aspectos importantes, de forma a evitar que o projeto exija trabalho demasiado e custos elevados, reduzindo sua utilidade (BALADEZ, 2009).

Por fim, a simulação auxilia que a tomada de decisão seja mais rápida e eficiente. Ao se fazer uma simulação, é possível analisar uma gama ampla de informações, alterar os cenários e, com isso, prever o máximo de situações possíveis. A possibilidade de repetir o processo exaustivamente traz o controle do que está acontecendo e é o que torna a simulação valiosa. O

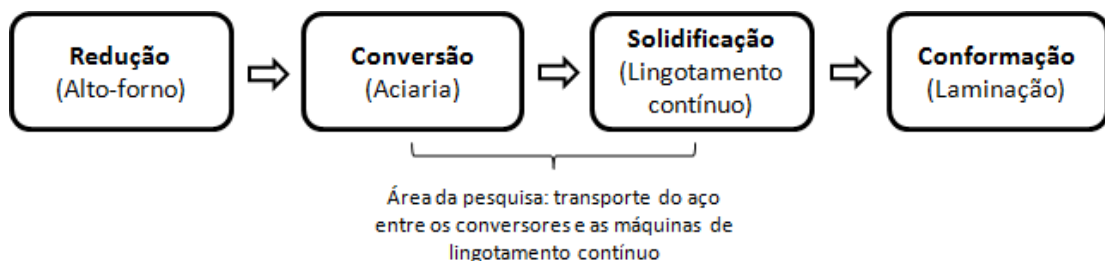
futuro da simulação está assegurado tendo em vista a sua presença e utilização cada vez maior (BALADEZ, 2009).

3. PROCESSO PRODUTIVO, COORDENAÇÃO DE PAINÉIS E DEMANDA DA EMPRESA

3.1 Ciclo de produção de aço na aciaria

O processo siderúrgico é, geralmente, dividido em quatro etapas: redução, conversão, solidificação e conformação (Figura 1). A redução é a etapa inicial, em que o minério de ferro com adição de outras matérias-primas, sob altas temperaturas, é transformado em ferro-gusa (alto teor de carbono) no alto-forno. A conversão é a etapa posterior à redução. Nessa etapa, o ferro-gusa é convertido em aço através da redução de seu teor de carbono e de outros elementos. Esse processo se dá geralmente por meio de sopro de oxigênio na carga do conversor LD, na aciaria, na qual ainda podem ser realizados refinamentos secundários para ajuste da composição química. Por fim, o aço, até então no estado líquido, segue para o processo de solidificação nas máquinas de lingotamento contínuo. Desse modo, são produzidas placas, direcionadas à laminação, para adquirir o formato final especificado pelos clientes, através de processos de conformação.

Figura 1 - Etapas do processo



Fonte: figura elaborada pela autora

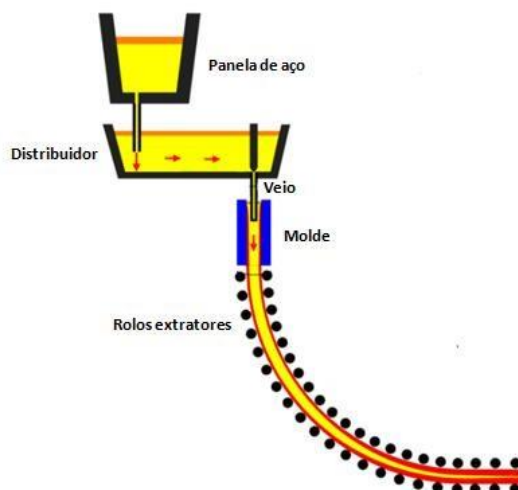
Para fins de estudo deste trabalho, a parte do processo que aqui nos interessa é o transporte do aço líquido, realizado através das **painéis de aço**, entre os conversores e as máquinas de lingotamento contínuo. Duas variáveis são importantes para que essa parte do processo ocorra com sucesso: **temperatura** e **tempo**. Nos próximos tópicos, explicaremos a importância dessas variáveis e o seu correlacionamento.

3.2 A importância da temperatura no processo

No lingotamento contínuo, acontece o processo de solidificação do aço. A Figura 2 mostra um esquema básico de uma máquina de lingotamento. A painela de aço é posicionada na máquina de forma a alimentar o distribuidor com o aço líquido que, por sua vez, abastece os veios localizados no interior do molde. A parede do molde é refrigerada à água, de forma que,

quando o aço líquido entra em contato com essa parede, sua superfície é resfriada e uma “pele” solidificada se forma. O término da solidificação se dá no interior da máquina, na região onde o aço é resfriado por meio da incidência de *sprays* de água diretamente sobre a superfície. A placa é extraída pelos rolos extratores e, quando totalmente solidificada, é cortada nos comprimentos especificados para seguir para os processos subsequentes.

Figura 2 - Esquema de uma máquina de lingotamento contínuo

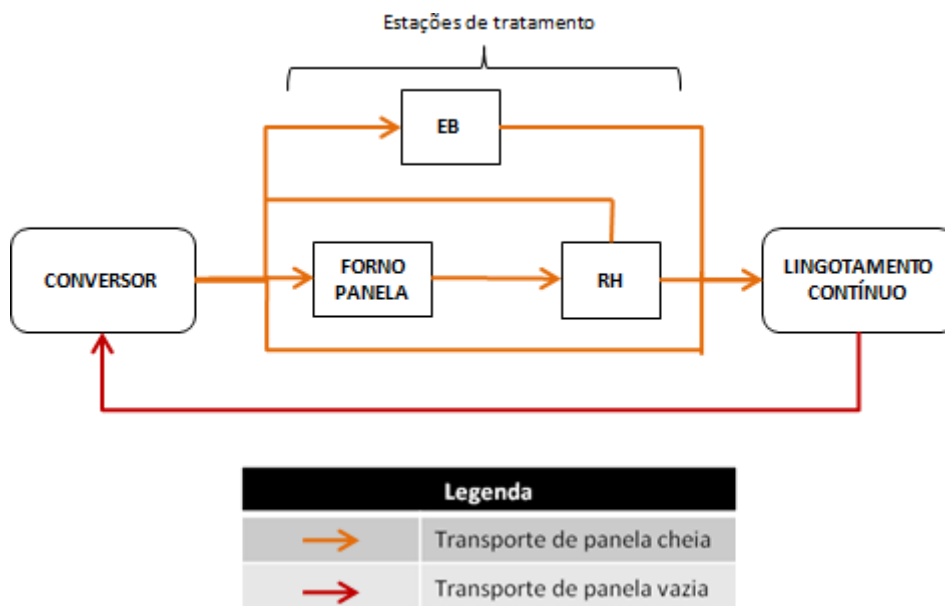


A temperatura é fundamental para um bom resultado nos processos de solidificação. O aço deve ser mantido no estado líquido até o momento em que a última quantidade de metal líquido é transferida da panela para o distribuidor e, em seguida, para o molde, onde deve ser solidificado. No caso de temperaturas baixas, ou seja, muito próximas às temperaturas de solidificação, poderá ocorrer solidificação do aço na panela ou no distribuidor, sendo possível resultar na obstrução dos veios devido à solidificação prematura. No caso de temperaturas muito altas, o aço pode não se solidificar no molde, resultando na má formação da “pele” e causando, às vezes, rompimentos da mesma, gerando grande transtorno, necessidade de parada de equipamento e, até mesmo, acidentes na área.

Dado que o lingotamento contínuo é muito sensível às variações de temperatura, como garantir a temperatura ideal nesse processo? Um controle rígido desse parâmetro nos processos anteriores é muito importante para assegurar a qualidade do aço esperada e evitar problemas durante a solidificação. Antes de chegar ao lingotamento contínuo, o aço líquido sai dos conversores e passa pelas estações de tratamentos, trajeto representado pelas linhas alaranjadas na Figura 3. O processo, denominado refino primário, se inicia no conversor, onde é realizado o primeiro ajuste da composição química e da temperatura no aço líquido. Quando

aços de composição química mais restrita são produzidos, é necessário que eles passem por estações de tratamento (EB, RH e forno panela), no chamado refino secundário. Além da composição química, esse refino permite também, entre outros ajustes, o acerto de temperatura, a desoxidação, a adição de elementos especiais, que são parte do processo de produção.

Figura 3 - Fluxo de panelas



Fonte: figura elaborada pela autora

O controle da temperatura se inicia nos conversores, que são abastecidos com gusa a uma temperatura de aproximadamente 1400°C. Após o tratamento realizado por meio do sopro de oxigênio, o aço líquido é vazado⁵ em uma panela de aço vazia a temperaturas em torno de 1650°C. Para se calcular a temperatura de vazamento, vários parâmetros são levados em consideração: o tipo de aço a ser produzido, a rota realizada por ele, a temperatura do gusa, o tempo estimado para o seu transporte, a temperatura da panela vazia. Assim, quando todos os procedimentos acontecem nos conversores e o aço líquido atinge a temperatura que se espera, a panela com o material segue para os processos subsequentes.

Caso a temperatura não seja atingida apenas nos conversores, é possível corrigi-la nos tratamentos seguintes. Os processos realizados nas estações de RH e forno panela permitem que a temperatura seja ajustada, mas no caso da EB, em que há apenas homogeneização do

⁵ Vazado: derramado, despejado. O vazamento é um processo que equivale a entornar um copo de água cheio em outro vazio.

banho de aço líquido, é necessário que a panela saia dos conversores com a temperatura correta.

A partir do momento em que ela está cheia, há uma grande perda de temperatura para o meio ambiente, e o controle dessa perda pode ser realizado através do tempo de transporte da panela. O aço vazado a 1650°C em contato com o meio ambiente, com temperatura entre 25 e 30°C, perde temperatura muito rapidamente. Dessa forma, é necessário que o transporte da panela desde os conversores, passando pelas rotas programadas, seja realizado dentro de um tempo determinado para que a perda de temperatura não seja maior que a esperada – até 1550°C – e, assim, não sejam gerados problemas no lingotamento. Esses tempos são estabelecidos de acordo com o tipo de aço que está sendo produzido e com a programação da produção.

Com o fim do lingotamento contínuo, a panela está vazia e retorna para o conversor a fim de receber um novo vazamento (linhas vermelhas na Figura 3). Como vimos, um dos parâmetros para se calcular a temperatura do aço no conversor é a temperatura da panela vazia. Se essa panela está abaixo da temperatura desejada, por exemplo, é necessário compensar a baixa temperatura da panela no sopro, aumentando a temperatura do aço no conversor, o que é possível através da adição de outros elementos ao banho. Porém, isso pode acarretar alguns problemas, como o maior desgaste do material refratário do conversor e o aumento de consumo de material, gerando maior custo para o processo. Portanto, é preciso que a panela vazia, com temperaturas entre 700 e 800°C, retorne ao conversor o mais rápido possível, para que ela não perca muito calor.

Vamos tratar, no próximo tópico, da influência do tempo de transporte da panela na temperatura do aço.

3.3 O tempo influenciando a temperatura

A empresa possui **três** conversores, **três** máquinas de lingotamento contínuo e **três** estações de tratamento que devem ser abastecidos com panelas cheias e vazias no horário correto. Para cada tipo de aço que é produzido, uma rota é estabelecida, e os horários para que as panelas cheguem a cada um dos equipamentos, são programados. Isto é, se está sendo produzido um determinado tipo de aço, que será tratado no RH, o processo é programado para ser iniciado às 10:00, com o vazamento no conversor, e deve ser transferido para o RH para ser tratado às

10:30 e, por fim, ser lingotado às 11:20. Assim, a panela deve seguir essa rota, respeitando os horários pré-estabelecidos.

Finalizado o lingotamento, a panela vazia deve ser enviada a um dos conversores que estiver programado para o vazamento. Retornando ao conversor, panelas vazias passam por etapas intermediárias, conforme será explicado nos próximos itens.

3.3.1 Procedimentos de reparos na panela e sua influência na temperatura

As panelas são constituídas por vários tipos de componentes que lhes conferem características resistentes, de forma a permitir sua operação. Elas são revestidas de material refratário a fim de suportar cerca de 230 toneladas de aço líquido a uma temperatura média de 1660°C⁶. Seus quatro componentes principais (válvula externa, válvula interna, placas e plugue) também são compostos de materiais resistentes a altas temperaturas e permitem que o aço possa ser lingotado e sofrer os ajustes necessários nas estações de tratamento. Todos esses componentes têm uma vida limite, ou seja, suportam um número de corridas máximo permitido para transportar o aço e, quando atingido esse número, é necessário trocá-los fazendo uso de procedimentos de reparo a frio ou a quente⁷.

O reparo a quente é realizado na área de preparação de panelas. Antes de qualquer vazamento, elas passam por essa etapa e são inspecionadas para garantir que estejam dentro das condições de serem operadas. Realizar a limpeza, detectar presença de trincas, grau de desgaste dos componentes são alguns aspectos a serem levados em consideração nesse procedimento de inspeção, no denominado *check*. A inspeção indica a necessidade de se realizar ou não uma troca de componente(s). Ainda nesta etapa, quando são atingidos os limites do número de corridas, os componentes são trocados.

O procedimento de *check* e cada troca de componentes levam um tempo diferente, mas que pode ser estimado conforme mostra a Tabela 1. Como passam pela etapa de *check*, as panelas permanecem por, pelo menos, 15 minutos na área de preparação. Dependendo do tipo de componente que está com a vida no limite e que deve ser trocado, esse tempo varia. Por exemplo, quando é necessário trocar o plugue da panela, o tempo total para o *check* e a troca é

⁶ Material refratário é aquele que é capaz de manter a sua resistência em altas temperaturas.

⁷ Uma corrida corresponde ao processo de transporte do aço desde o vazamento de aço no conversor até o término do lingotamento contínuo. Se uma panela possui uma vida de 135 corridas, ela pode receber aço líquido e lingotá-lo 135 vezes. Reparo a frio de um componente é realizado com a panela a temperaturas próximas à temperatura ambiente. Reparo a quente é aquele é realizado com a panela em temperaturas entre 600 e 800°C, aproximadamente.

de 45 minutos. Esses procedimentos influenciam, pois, no horário em que a panela vai estar disponível para o vazamento. Dependendo da programação no conversor, ela pode não chegar a tempo.

Tabela 1 - Tempos dos procedimentos na área de preparação de panelas

Procedimento	Tempo (min)
<i>Check</i>	15
<i>Check</i> + troca de válvula externa	15
<i>Check</i> + troca de placas e válvula externa	20 - 30
<i>Check</i> + troca de placas, válvula externa e válvula interna	35
<i>Check</i> + troca de plugue	45

Fonte: tabela elaborada pela autora

Algumas características específicas de seus componentes ou a sua própria condição determinam em quais rotas a panela pode ser utilizada. Se está sendo produzido um aço Grau 4, por exemplo, é necessário que, a cada corrida, a válvula externa seja trocada, ainda que ela não tenha atingido a vida limite. Por isso, é exigido um maior tempo de preparação. Em outros casos, pode ser que a linha de escória⁸ esteja muito desgastada e, assim, a panela não pode ser disponibilizada para a produção de um aço que será tratado no forno panela.

Há casos em que a vida do refratário está no limite ou em que, na etapa de preparação de panelas, foi constatado algum defeito que impede que a panela seja enviada para vazamento. Em casos assim, ela vai ser reparada a frio. Dessa forma, sendo que a panela deve ser resfriada e os reparos costumam levar dias, não é possível contar com ela para futuros vazamentos. Os tempos para o reparo a frio não são relevantes para esta pesquisa.

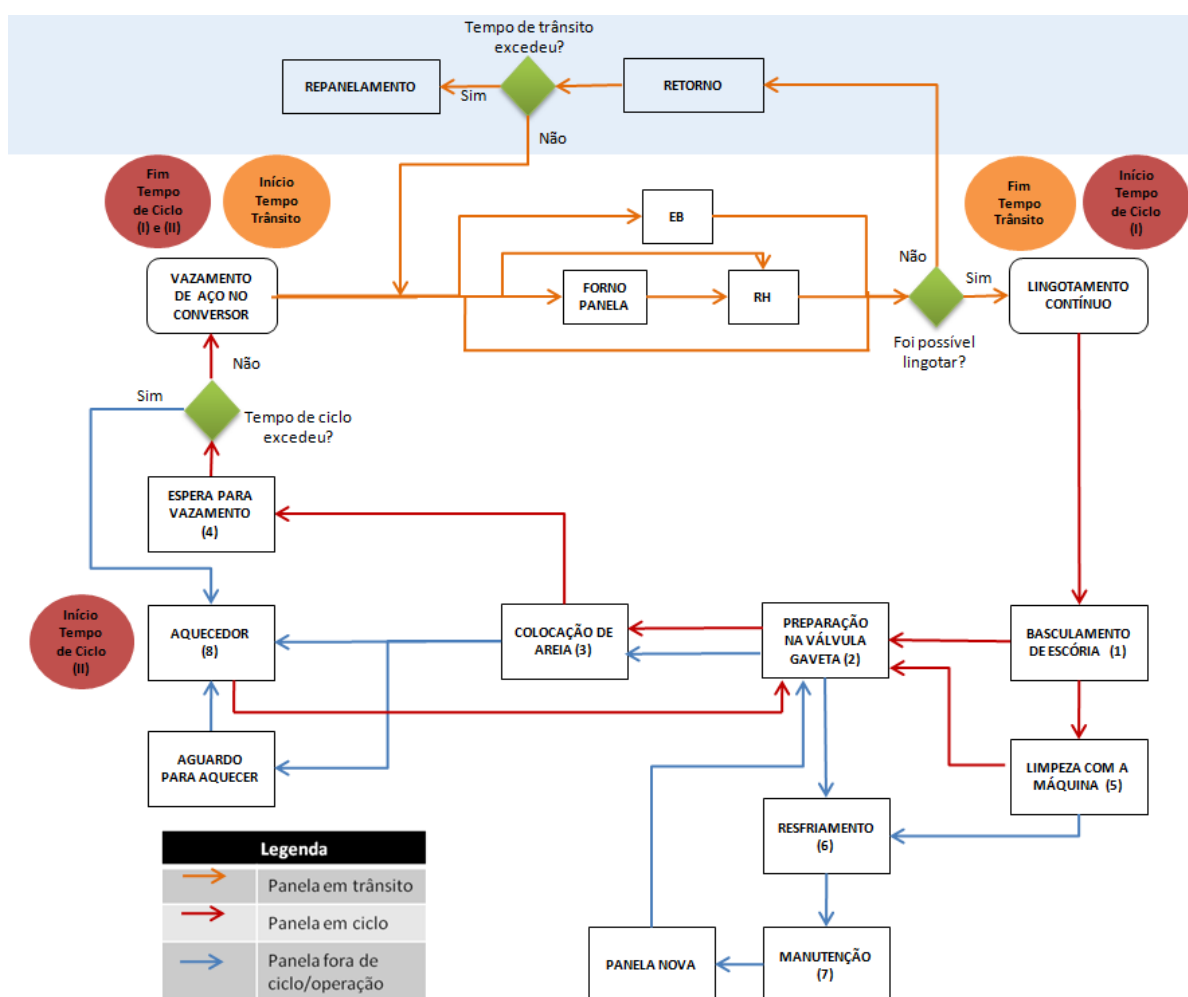
Como veremos adiante, os tempos para realizar cada tipo de reparo – *checke* troca de componentes a quente e a frio – resultam em tempos diferentes para que a panela chegue novamente ao conversor.

⁸ A escória é um coproduto do processo de fabricação do aço. Se constitui das impurezas resultantes da conversão do ferro-gusa em aço líquido no conversor. Quando o aço líquido é vazado na panela, é vazada também um pouco de escória que, por ser menos densa que o aço líquido, sobrenada e, com isso, ajuda a diminuir a perda de calor para o ambiente. Como a escória é menos densa e possui propriedades que desgastam mais o refratário, a região onde ela fica, muitas vezes, apresenta um desgaste excessivo na panela. Portanto, essa panela não pode ser utilizada para tratamento no forno panela, já que esse processo agride muito o refratário na região onde a escória fica. Devido ao furo da panela, sua utilização poderia resultar em um acidente, em função do contato de aço líquido na carcaça.

3.4 O fluxo das painelas

O fluxo das painelas é mais complexo do que aquele apresentado na Figura 3 da página 35. A Figura 4 mostra as possíveis rotas que as painelas têm possibilidade de seguir dentro do processo produtivo, quando cheias ou vazias, e as possíveis etapas pelas quais podem passar, considerando agora novas etapas e fatores que não foram discutidos anteriormente. De um lado, os fluxos dentro do quadrante branco são regulares, isto é, espera-se que aconteçam a qualquer momento. Por outro, os fluxos apresentados no quadrante escuro são eventos que ocorrem na área e devem ser evitados ao máximo, por gerarem determinados transtornos. O entendimento do fluxo das painelas com maior nível de detalhamento será importante para compreender as discussões que se realizarão no desenvolvimento da pesquisa.

Figura 4 - Fluxos de uma panela de aço



Fonte: figura elaborada pela autora

O fluxo de uma panela é composto por uma sequência de operações que podem ser divididas em duas etapas. A primeira é o fluxo em que a panela contém aço líquido, ou seja, em que a panela está cheia. Ele vem representado no esquema acima pelas linhas de cor alaranjada. A segunda etapa é o fluxo em que a panela está vazia, e esse fluxo, por sua vez, pode ser dividido em duas rotas. As linhas vermelhas representam as rotas das panelas que permanecem em ciclo⁹ e são reparadas a quente, enquanto as linhas azuis representam as rotas das panelas que saíram de ciclo/operação¹⁰ e sofrem reparos a frio.

Como podemos ver na Figura 4, a panela pode estar em movimento ou parada. Cada etapa, representada pelos retângulos, significa que a panela está parada e, para cada parada, permanece por um tempo, que varia de acordo com o tipo de tratamento/procedimento que está sendo realizado. Quando esses tratamentos/procedimentos terminam, as panelas cheias e vazias são transportadas pelas pontes rolantes, pelo alto, ou pelos carros de transferência, via terrestre. Tanto o tempo dos procedimentos quanto o tempo de deslocamentos das panelas são relevantes para este estudo.

Conforme dito, para realizar a movimentação das panelas são utilizadas as pontes rolantes e os carros de transferência. São três pontes, que buscam panelas cheias e vazias, posicionando aquelas que estão vazias para receber o vazamento nos conversores e as panelas cheias para serem tratadas no RH e no forno panela. Há seis carros de transferência que posicionam panelas vazias abaixo dos conversores e levam as panelas cheias para as estações de tratamento com o objetivo de abastecer as máquinas do lingotamento. No momento em que as panelas vazias são liberadas desse lingotamento, os carros as recebem para seguirem em direção à próxima etapa.

As pontes rolantes e os carros de transferência são muito importantes na operação das panelas. Quando os carros de transferência estão fora de operação por manutenção, por exemplo, há uma diminuição dos locais em que as panelas vazias do lingotamento contínuo possam ser disponibilizadas e, com isso, demandam mais tempo para chegarem à área para serem utilizadas no conversor. O mesmo ocorre para as pontes: quando uma delas está indisponível, cresce a dificuldade de se realizar manobras com as panelas, aumentando o tempo para tal.

⁹ Por “permanecer em ciclo” entende-se que a panela terminou o lingotamento contínuo e retornou para vazamento nos conversores, imediatamente.

¹⁰ Sair do ciclo/operação: a panela sai do ciclo quando excede o tempo máximo permitido para retornar ao conversor. A panela sai de operação quando precisa realizar reparos a frio.

Espera-se que cada etapa do fluxo seja realizada em determinado tempo (Tabela 2). “Tempo com aço” significa o tempo em que a panela fica cheia, desde o vazamento até o lingotamento. Esse tempo pode variar de acordo com o tipo de aço, as rotas programadas e as variações no lingotamento contínuo. “Tempo sem aço” é o tempo em que a panela fica vazia e pode variar de acordo com o tipo de reparo a quente nas panelas, por exemplo.

Tabela 2 - Tempos para as etapas dos processos

Etapa do fluxo	Tempo com aço (min)	Tempo sem aço (min)
Conversor	10 a 15	
Transporte	10	-
Estações de tratamento	20 a 70	-
Transporte	10	-
Lingotamento	35 a 60	-
Descida de panela	-	10 a 20
Transporte e remoção de escória	-	10
Preparação de panelas	-	15 a 45
Transporte e colocação de areia	-	10
Aguarda para vazamento	-	5 a 10

Fonte: tabela elaborada pela autora

Nos próximos tópicos, detalharemos não só fluxo das panelas, apresentado na Figura 5, como também os tempos apresentados na Tabela 2.

3.4.1 Panelas cheias: quando estão “em trânsito”

No momento em que o conversor termina o vazamento de aço, a panela está cheia. As panelas cheias podem seguir algumas rotas de tratamentos, representadas pelas linhas alaranjadas, estabelecidas de acordo com o tipo de aço que será produzido. O aço pode ser levado a uma única estação de tratamento (EBs, RH ou forno panela), seguir rota dupla (primeiro, RH, depois, forno panela) ou rota direta (quando não passa por nenhuma estação de refino secundário), que são definidas tendo em vista o grau do aço que está sendo produzido e os tratamentos necessários a cada tipo de aço.

O tempo de panela cheia é denominado “tempo de trânsito”. A partir do momento em que se inicia o vazamento no conversor, começa a contagem do tempo de trânsito, que termina no momento em que a panela dá início ao lingotamento contínuo. O tempo de trânsito máximo permitido é de 300 minutos, com tolerância de mais 20 minutos. Esse tempo varia em função do tipo de aço que está sendo produzido e da rota de tratamento ao qual ele é submetido. Em

casos de tratamentos realizados nas EBs duram em torno de 20 minutos e são, portanto, mais rápidos se comparados aos tratamentos no forno panela, que levam 70 minutos. Isso ocorre porque, na EB, não é possível aumentar a temperatura do aço, o que faz com que a panela chegue mais rápido ao lingotamento contínuo, para não perder temperatura acima do permitido. A Tabela 3 apresenta os tempos para cada etapa dentro do percurso da panela cheia.

Tabela 3 - Tempos de panela "em trânsito" (cheia)

Etapa do Fluxo	Tempo (min)
Conversor	10 a 15
Transporte	10
Estações de tratamento	20 a 70
Transporte	10
Lingotamento	35 a 60

Fonte: tabela elaborada pela autora

Quando as panelas estão cheias, mas não podem ser lingotadas, ocorrem os eventos, apresentados no quadrante azul claro da Figura 4 da página 39. Alguns dos motivos que causam a impossibilidade de se realizar o lingotamento são: a não adequação da temperatura do aço em relação à faixa especificada, o não cumprimento do horário programado para as panelas ou problemas nas máquinas. Com isso, a panela cheia se torna um retorno na área, permanecendo em um suporte no chão até que possa ser lingotada novamente.¹¹

Para que esse retorno seja enviado às máquinas de lingotamento, é preciso programar o novo horário. Como fica na área aguardando sua recolocação no processo, a panela sofre grande perda de temperatura. Devido a essa perda, pode ser que seja necessário programar um horário para que o RH ou o forno panela possam reajustar a temperatura. Se assim for feito, o lingotamento contínuo tem seu horário programado em função do fim do ajuste de temperatura. Caso não seja realizado esse ajuste, o novo horário é programado em função das máquinas de lingotamento. No sentido de evitar que a panela perca muita temperatura e seja impossibilitada de ser lingotada novamente, a programação é realizada para ela não permanecer muito tempo “em trânsito”.

¹¹ As máquinas do lingotamento contínuo são programadas para receber uma sequência de panelas. Ao final do lingotamento de uma panela, existe um tempo permitido para que outra panela seja encaixada na máquina e, se a nova panela não chega a tempo para o encaixe, ocorre um CORTE DE SEQUÊNCIA na área, resultando em dois problemas: retorno na área e parada da máquina de lingotamento contínuo. Em relação à parada da máquina, é uma perda para a empresa, uma vez que ela fica indisponível por pelo menos uma hora a fim de ser preparada para iniciar uma nova sequência de aço a ser produzido.

Muitas vezes, o retorno aguarda na área por muito tempo, o que leva à necessidade de trocar o aço de panela, no processo chamado repanelamento. O repanelamento ocorre quando o tempo de permanência do aço em uma panela excede 320 minutos. A nova panela cheia passa a ser o retorno e aguarda para ser encaixada em um novo lingotamento. A panela que se esvaziou fica disponível para novos vazamentos.

3.4.2 Painelas vazias: “em ciclo” e “fora de ciclo/operação”

A panela vazia pode passar pelas seguintes etapas:

- (1) Basculamento de escória: etapa inerente ao processo. Ao final de todo lingotamento, é necessário retirar a escória que sobra na panela.
- (2) Preparação de painelas: etapa em que as painelas são inspecionadas e são realizados os reparos a quente.
- (3) Colocação de areia: existem dois tipos de areia, para aquecimento e para vazamento, que são colocadas nas painelas antes das etapas de aquecimento e vazamento, respectivamente.
- (4) Aguardo para vazamento: as painelas ficam posicionadas no carro de transferência aguardando pelo vazamento. Caso esse vazamento esteja atrasado, pode ser necessário trocar a panela devido ao tempo de ciclo (este tempo será explicado com mais detalhe).
- (5) Limpeza com a máquina: essa etapa é necessária quando há formação de cascão na panela.¹²
- (6) Resfriamento: para que as painelas sejam reparadas a frio, elas podem ser resfriadas natural ou forçadamente.
- (7) Manutenção: etapa em que são realizados os procedimentos de manutenção refratária, mecânica ou ambas.
- (8) Aquecimento: antes de serem disponibilizadas para vazamento, painelas frias devem passar pelo processo de aquecimento. Nessa etapa, o objetivo é prover uma condição de nessaencharque adequada ao refratário¹³.

O fluxo da Figura 4 da página 26, constituído pelas etapas (1), (2), (3) e (4), é o caminho esperado para a panela vazia que retorna ao conversor. O basculamento da escória, a preparação de painelas, a colocação de areia e o aguardo para vazamento são etapas obrigatórias para todas as painelas e serão disponibilizadas em um novo vazamento. Os

¹² Cascão: quantidades de aço ou escória solidificados.

¹³ Condição de encharque é o provimento de temperatura para que o refratário da panela atinja altas temperaturas. Com isso, a panela do aquecimento pode ser utilizada para vazamento, evitando a perda de temperatura do aço.

tempos de operações para esse caminho são estimados conforme a Tabela 4, considerando que não haja nenhuma interferência inesperada.

Tabela 4 - Tempos de panela "em ciclo" (vazia)

Etapa do Fluxo	Tempo (min)
Descida de panela	10 a 20
Transporte e remoção de escória	10
Preparação de panelas	15 a 45
Transporte e colocação de areia	10
Aguarda para vazamento	5 a 10

Fonte: tabela elaborada pela autora

O “tempo de ciclo” da panela é aquele em que a panela vazia, a partir do horário do fim do seu lingotamento, tem para retornar ao conversor e vaziar uma nova corrida. Classificamos o tempo de ciclo em (I) e (II). O tempo de ciclo (I) é o tempo para realizar o caminho (1), (2), (3) e (4) ou (1), (2), (3), (5) e (4), e deve durar, no máximo, 90 minutos. Quando a panela é vazada e disponibilizada para novo vazamento logo em seguida ao fim do seu lingotamento, a queda de temperatura do aço vazado é menor. O ideal é que se mantenha a panela “em ciclo”, realizando esses caminhos.

Quando não há imprevistos, a panela segue o caminho (1), (2), (3) e (4), mas a formação de cascão faz com que a panela tenha que passar, ainda, pela etapa (5). Pode ser que tenha se formado não só escória, mas quantidades de cascão relevantes no fundo ou na borda da panela, sendo necessário também retirá-las através da limpeza. Como não é possível prever se, ao final do lingotamento, será necessário levar a panela para limpeza, essa etapa, quando necessária, aumenta o tempo para disponibilização da panela para um novo vazamento e o novo fluxo passa a ser (1), (5), (2), (3) e (4). No entanto, é impossível precisar o tempo que se gasta na limpeza, uma vez que ela depende de diversos fatores, como localização do cascão, disponibilidade da máquina, entre outros. A retirada de cascão no fundo da panela, por exemplo, é mais rápida se comparada à remoção de cascão na borda.

Como o cascão é material solidificado, sua temperatura é mais baixa do que a do material que será vazado na panela. Assim, caso seja vazado aço em uma panela com cascão, a perda de temperatura é maior do que a esperada, podendo resultar em problemas no lingotamento contínuo. Além disso, a presença desse material indesejado pode obstruir as válvulas de vazamento e injeção de argônio, que também trazem problemas para o processo. Dependendo

da quantidade de cascão, não é possível retirá-lo a quente, então, é necessário retirar a panela do ciclo (seguindo agora as linhas azuis mostradas na Figura 4) e resfriá-la para limpar.

As linhas azuis da Figura 4 representam o fluxo das panelas fora de ciclo/operação. Elas saem de operação quando devem ser realizados reparos a frio. Seguindo os fluxos (2), (6), (7), (2), (3) e (8), em que são resfriadas, realizam-se os procedimentos refratários e mecânicos necessários. Esses procedimentos são demorados, podendo levar dias e, nesse caso, as panelas não são usadas para vazamento: devem ser reparadas e, quando liberadas, aquecidas por um tempo mínimo até serem reutilizadas.

O tempo de ciclo (I) é o tempo máximo para que a panela vazia receba o vazamento, mas eçepode ser excedido por algum motivo, como o atraso no horário das etapas intermediárias. É necessário utilizar uma panela do aquecedor quando não há panelas “em ciclo” disponíveis, fazendo-se o percurso da rota que caracteriza o tempo de ciclo (I). Desde o momento em que se tira a panela do aquecedor, o tempo de ciclo (II) se inicia, e a panela tem 30 minutos para realizar o fluxo (8), (2), (3) e (4). Quando isso ocorre, ela sai do ciclo e é enviada para o aquecimento (8), etapa intermediária necessária para que atinja as condições de encharque.

Além de exceder o tempo de ciclo de 90 minutos, outros motivos levam as panelas para os aquecedores. Tipos de manutenções realizadas, tempo excedido para retorno ao conversor, tipos de reparo dos componentes exigem que as panelas permaneçam no aquecedor para atingirem temperaturas adequadas ao processo. Em função de cada um, a panela deve permanecer um tempo mínimo no aquecedor, o que garantirá a temperatura (tempos mostrados posteriormente).

Conforme dito no tópico 3.3.1, a variação do tempo na etapa depreparação de panelas está relacionada ao tipo de reparo que será realizado (Tabela 1 da página 25).Esse tempo é muito importante. Quando está em alta temperatura e não é disponibilizada para vazamento, a panela fica vazia por muito tempo, ocasionando perda de temperatura elevada, sendo necessário aquecê-lade novo, para receber o aço posteriormente. Fluxos intermediários, como passar pelos aquecedores, acabam danificando o material refratário por causa dos choques térmicos gerados. É importante buscar manter a panela “em ciclo” o máximo possível.

3.5 A coordenação de painéis na aciaria: a Ala de Corridas e os atores envolvidos

Existe uma gerência na empresa que é, basicamente, responsável por colocar painéis para vazamento nas melhores condições possíveis (painéis em ciclo, isentos de cascão, sem atrasos), por efetuar as trocas de potes¹⁴ e, desse modo, garantir que o aço seja lingotado dentro das temperaturas estabelecidas a operação da Ala de Corridas aconteça de maneira correta¹⁵. Essas atividades são realizadas por diversos setores, compostos de diversos atores, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 -Setores, atores e atividades na Ala de Corridas

Setor	Atores	Atividades
Preparação de painéis	Operadores e líder	Checar, trocar e inspecionar os componentes das painéis para novos vazamentos
Potes ¹⁶	Operadores e líder	Disponibilizar potes para retirada de escória
Limpeza ¹⁷	Operadores	Realizar limpeza a quente e a frio das painéis
Pontes rolantes	Operadores, líder	Buscar painéis cheias e vazias e potes e deixá-los no local de destino
Carros de transferências	Operadores	Transferir painéis e potes para vazamento via terrestre
Manutenção ¹⁸	Operadores, líderes e supervisores	Manutenção refratária e mecânica dos componentes da painela
Ala de Corridas	Ativador, líder e supervisor	Ativador: disponibilizar painéis e potes para vazamento Líder: coordenar painéis fora de ciclo e dar suporte ao ativador, aos operadores da preparação de painéis, carros de transferência e potes Supervisor: responsável por avaliar se as tarefas executadas pela equipe estão sendo realizadas dentro dos padrões

¹⁴ Os potes, assim como as painéis, sofrem reparos. Eles são imprescindíveis no transporte das painéis cheias e vazias, porque servem para retirar a escória do conversor e das painéis e despejar o restante de aço que sobra nas painéis. Sem os potes, não é possível operar o conversor. A falta desses componentes na área pode gerar atraso nos vazamentos.

¹⁵ Ala de Corridas é o nome da área em que ocorre o transporte das painéis cheias e vazias entre os conversores e as máquinas do lingotamento contínuo.

¹⁶ Empresa contratada.

¹⁷ Empresa contratada.

¹⁸ Empresa contratada realiza manutenção mecânica e refratária.

Fonte: quadro elaborado pela autora

Os procedimentos executados nas painéis fora de operação são discutidos na reunião de turno. Nessa reunião, ocorre a “reunião de painéis”, na qual o líder da Ala de Corridas, o supervisor da empresa de manutenção, o líder da empresa de limpeza e um *staff* alinham a liberação das painéis que estão sendo reparadas a frio e limpas. Os representantes das empresas responsáveis pela manutenção apresentam a situação das painéis, e são estabelecidos os prazos para as liberações e a programação dos futuros reparos. Enquanto isso, os operadores estão na área, realizando a movimentação de painéis disponíveis.

As informações da reunião de painéis são importantes. Quando fica definido o retorno das painéis da manutenção para a operação na Ala de Corridas, os operadores se programam para utilizá-las de forma que não se crie uma deficiência no número total de painéis para atender à produção futuramente. Esse caso será discutido neste trabalho.

Os *staffs* têm como objetivo disponibilizar painéis e potes em condições de uso para a operação. Como são 25 painéis no total, o objetivo deles é disponibilizar, pelo menos, 15 dessas painéis para que possam ser utilizadas para vazamento. As demais serão reparadas. São eles que definem qual a panela que realizará determinado procedimento primeiro. Essa definição será baseada na condição da panela, no tipo de reparo que será feito, no tempo necessário e na disponibilidade do local para realizar a manutenção. Tomada essa decisão, verifica-se, com as contratadas, o prazo para dar início e prever o término dos reparos.

Os operadores e o líder da preparação de painéis checam, inspecionam e trocam seus componentes. Esses operadores efetuam as trocas necessárias nos reparos a quente. Dependendo das condições em que elas se encontram, o líder é responsável por liberá-las ou não.

O conjunto das atividades de todos esses atores é chamado pela empresa coordenação de painéis entre a aciaria e o lingotamento contínuo. As atividades desenvolvidas por todos eles, em conjunto, resultam no atendimento da demanda da produção de gusa proveniente do alto-forno, que dita o ritmo da produção da Ala de Corridas e, conseqüentemente, o número de painéis que será utilizado para atender à demanda.

O uso das painéis em operação (“em ciclo” e de aquecedor) é coordenado pelo ativador da Ala de Corridas, o que será foco do estudo deste trabalho. Com as painéis vazias disponíveis,

ele se organiza para utilizá-las nos vazamentos: a cada vazamento programado para determinado horário, é preciso enviar uma panela com a finalidade de receber o aço. Para tal, o ativador aciona as pontes rolantes e os carros de transferência para transportar essas panelas e assegurar que cheguem aos seus devidos destinos no prazo. Ele é responsável por escolher qual das panelas disponíveis deve ser utilizada em cada vazamento programado nos conversores.

O ativador é o coração da “Ala de Corridas”. Como ele trabalha entre os conversores e o lingotamento contínuo, a operação dessas áreas só é possível devido à coordenação do uso de panelas efetuada por ele. O transporte das panelas escolhidas no tempo estipulado assegura a temperatura necessária. A empresa para a qual a pesquisa foi realizada solicitou que a atividade de escolha de panelas, executada por esse operador, fosse estudada, como será visto no próximo tópico.

3.6 Delinear os processos para serem automatizados: demanda da empresa

O ativador da Ala de Corridas, foco deste trabalho, é quem decide qual panela será disponibilizada para cada vazamento futuro, devendo optar pela melhor panela de acordo com as condições da área, dos equipamentos e da produção no momento. Como coordenadora das atividades na disponibilização de panelas nos horários programados, é sua responsabilidade, entre outras, programar a ponte para buscá-las, acompanhar o tempo da atividade de preparação de panelas, programar a disponibilização de potes, conseguindo, assim, atender à demanda da produção.

O objetivo da empresa é criar um *software* para auxiliar o ativador da Ala de Corridas em sua atividade de escolher panelas¹⁹. Além do tempo e da temperatura, o sistema computacional deve levar em consideração outras variáveis, como a vida dos componentes, a restrição do tipo de aço produzido ou a rota da panela, visto que esses padrões garantem a qualidade da produção e, até mesmo, a segurança na operação dos equipamentos. Então, parte-se da premissa de que há uma oportunidade para desenvolver uma ferramenta que auxiliaria o ativador na consideração de todas as variáveis presentes. Dessa forma, ele poderia atender à

¹⁹ É muito importante ressaltar aqui que, em nenhum momento, a intenção da empresa é extinguir o cargo de ativador da Ala de Corridas. O que a empresa deseja é um sistema que possa executar integralmente a escolha de panelas, mas o ativador continuará em seu posto de trabalho, dedicando-se às demais atividades que ele já executa.

produção dentro do tempo especificado, garantindo, de maneira mais otimizada, a temperatura esperada para o processo.

O trabalho de ativador da Ala de Corridas requer tempo para que ele se sinta seguro em atuar sozinho e em lidar com as diversas situações que ocorrem na área. Portanto, segundo a empresa, um sistema para a escolha de painéis seria uma forma de padronizar essa atividade, uniformizando o *modus operandi* com as melhores práticas levantadas a partir do conhecimento tácito dos operadores experientes, que realizam o trabalho de ativador. Portanto, essa prática ficaria estabelecida para futuros operadores.

A complexidade da atividade do ativador da Ala de Corridas é reconhecida pela empresa. Lidar com muitas variáveis e com a variabilidade do processo, com o alto fluxo de informações vindo de diversas fontes e com a carga intensa de trabalho caracterizam a função dos ativadores que exercem essa função de uma forma diferente. Com isso, o que se espera é registrar o conhecimento tácito desenvolvido e utilizado pelos ativadores, para traduzi-lo em regras que possam ser executadas pelo apoio informático.

De acordo com a demanda da empresa é que a pesquisa se desenvolve. O que se propõe, pois, com a abordagem que será utilizada, é conceber os requisitos para a criação de um sistema que seja aderente à realidade da operação, do processo e da atividade de quem vai utilizá-lo – o ativador. Para tal, partiremos das seguintes questões:

- Em que consiste a atividade de escolher painéis? Como é realizada a tomada de decisão do operador para efetuar essa atividade? Quais os fatores que ele leva em consideração? Que elementos constituem a sua tomada de decisão?
- A tomada de decisão do operador é um mero “grande problema matemático”? É possível explicitar todas as regras utilizadas na escolha de painéis e transferi-las para que sejam executadas automaticamente e integralmente por um *software*?
- Como conceber um sistema que seja, de fato, um apoio informático na tomada de decisão realizada pelo ativador? Quais os aspectos da atividade do operador podem ser transferidos e melhor executados por uma máquina?
- Como criar um sistema que permita a integração do operador ao dispositivo técnico?
- Como fazer com o que o sistema seja aderente à realidade do trabalho?

Utilizando a Análise Ergonômica do Trabalho, descrita no próximo capítulo de metodologia, será possível compreender a tomada de decisão do ativador, levantar quais os elementos de que ele lança mão e relacionar esses elementos, por conseguinte, verificar a existência de regras passíveis de serem explicitadas e reproduzidas por um sistema.

Fundamentando-se na análise da atividade, é possível definir qual o melhor formato da tecnologia a ser criada para apoiar a decisão do operador. A definição dos requisitos baseados na atividade de escolher painéis permitirá que o sistema a ser concebido tenha maior aderência, ou seja, que funcione de acordo com as situações reais da área com as quais o operador deve lidar.

4. PERCURSO METODOLÓGICO: METODOLOGIA, MÉTODOS E VIVÊNCIAS NO CAMPO

4.1 Desenvolvimento da pesquisa

Este trabalho foi realizado em uma empresa siderúrgica de grande porte do estado do Rio de Janeiro. A pesquisadora, nele envolvida, esteve em campo, estudando a coordenação de panelas entre a aciaria e o lingotamento contínuo e, mais especificamente, a tomada de decisão do ativador para a escolha de panelas. Durante sete meses, a cada mês, por duas semanas consecutivas, esse estudo era realizado todos os dias, durante oito horas, variando entre horário administrativo e de turno. No geral, nas duas primeiras semanas de cada mês, ela se dedicava à pesquisa de campo na empresa e, na segunda quinzena, analisava os dados coletados, o desenvolvimento do trabalho e o material teórico. As visitas ao campo são mostradas na Tabela 5, em que os quadrantes marcados com um “x” foram as semanas do mês dedicadas à empresa.

Tabela 5 - Idas a campo

Semana do mês	1	2	3	4	5
Mês/Ano					
out/16	X	X			
nov/16	X	X			
dez/16		X	X		
jan/16		X	X		
fev/16			X	X	
mar/16			X	X	
mai/16				X	

Fonte: tabela elaborada pela autora

Como são determinadas as atividades dos acompanhamentos? A Tabela 6 apresenta as etapas da pesquisa de campo. As primeiras visitas foram dedicadas à observação geral. Através de acompanhamento diário na área de produção, possibilitou a ter uma visão do processo produtivo, identificar os atores envolvidos e as variáveis que constituem esse processo, as tarefas, as regras e as normas estabelecidas. A partir daí, foi possível começar a traçar os caminhos a seguir na pesquisa para a coleta de dados e as análises dos mesmos.

Tabela 6 - Etapas da pesquisa de campo

Mês/Ano	out/16	nov/16	dez/17	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17
Atividade								
Observações gerais	X	X	X					
Coleta de dados			X	X	X			
Autoconfrontações			X	X	X			
Análise dos dados				X	X	X	X	
Validação dos dados						X	X	X
Discussão de Resultados								X

Fonte: tabela elaborada pela autora

Depois de coletados os casos, ocorreram autoconfrontações (explicadas posteriormente) para que as análises dos dados pudessem ser efetuadas. Após essas análises e as conclusões geradas a partir delas, houve a validação dos dados junto aos operadores e, feitas as conclusões, pôde-se realizar a discussão dos resultados.

4.2 Metodologia e métodos para coleta de dados

Para coletar dados da atividade e aprofundá-los, foi utilizada a Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Essa escolha metodológica se justifica pela necessidade de se lidar com a complexidade da atividade do operador em sala de controle. Em observações laboratoriais, as situações não variam. Já aquelas feitas no ambiente de trabalho, onde acontecem situações reais, com todas variações, dificuldades e contextos, é possível compreender como o operador realmente exerce a sua atividade. O aprofundamento dos dados coletados se constituiu em um conjunto de métodos e técnicas, que conduziram à compreensão da atividade de trabalho com base na prática das pessoas estudadas.

Para fazer a análise da prática, fonte de compreensão da ação, Theureau (2014) propõe o curso da ação. “O curso da ação é a atividade de um ator engajado em situação, que é significativa para esse, quer dizer, mostrável, narrável e comentável por ele a todo instante mediante condições favoráveis”. Dessa forma, o domínio cognitivo e os raciocínios, utilizados no momento da ação, podem ser narrados e comentados, depois do acontecido, pelo próprio ator ou por outros colegas. O ator consegue narrar não só o que foi “consciente” (como as decisões, por exemplo), mas também o “não consciente” durante o curso da ação. As suas narrações e os seus comentários têm como objeto o seu raciocínio, as ações e comunicações realizadas por ele, os eventos considerados e previstos. Além disso, eles podem trazer

juílgamentos de sucesso e insucesso, tendo como objeto os juílgamentos perceptivos ou mnemônicos e as interpretações (THEUREAU, 2014).

A análise proposta pelo curso da ação permite que o inacessível ao observador possa, de alguma forma, ser compreendido (THEUREAU, 2014). Apenas as ações e o comportamento se manifestam ao observador. Para que o observador possa conhecer e ter acesso à significação de uma ação ou comportamento, por exemplo, são necessárias verbalizações referentes a essas ações feitas pelos atores. Podemos dividir a articulação dos métodos de coleta de dados em duas seções: a primeira se refere aos dados recolhidos em situação de trabalho, e a segunda, às “autoconfrontações” (CLOT, 2010; THEUREAU, 2014).

Como sugere o curso da ação (THEUREAU, 2014), a primeira parte foi a coleta de dados em situação de trabalho. Uma das técnicas mais utilizadas na literatura é filmar o ator realizando a sua atividade e, em um momento pré-reflexivo, provocar as verbalizações necessárias para a compreensão do curso da ação, processo denominado como autoconfrontação (CLOT, 2010; THEUREAU, 2014). Nas autoconfrontações, as filmagens são apresentadas ao ator, imediatamente após a sua ação, e a ele se pede que comente as cognições durante o ato. Assim, é possível obter elementos sobre a cognição consciente durante a ação.

Utilizar as filmagens deixou de ser uma opção para a pesquisadora realizar a coleta de dados. A empresa tem como uma de suas normas proibir o uso de aparelhos que façam fotos e vídeos. Com isso, não foi permitido filmar as situações de trabalho. Como os operadores trabalham em turnos de seis horas por dia, mantê-los fora do horário de trabalho dentro da empresa, para que pudessem avaliar as filmagens, seria inviável em razão das horas extras.

Tendo em vista as dificuldades, a pesquisadora criou os seus próprios métodos em campo, servindo-se da autoconfrontação como metodologia. Acompanhando o ator em seu local de trabalho, ela se deu conta de que era possível realizar “verbalização interruptiva” (THEUREAU, 2014). Fazendo uso desse método, era possível interrompê-lo enquanto ele realizava a sua atividade, pedindo-lhe que explicitasse em que ponto ele se encontrava em relação à série de ações.

Para realizar a sua atividade, o operador utiliza recursos auditivos, como o telefone e o rádio, e visuais, como um *software* que fornece algumas informações referentes à produção e uma tela com imagens reais da área em tempo real. Para levar em consideração todos os recursos que ele utiliza, a pesquisadora realizou o *print screen* das telas, pontuou os locais para os quais ele olhava e, nos momentos em que pausava, fazia perguntas do tipo: “O que você

estava olhando nessa tela?"; "Pra onde você está olhando agora?"; "O que o levou a fazer isso?". A medida em que ele respondia, ela anotava o horário das ações para que ele pudesse autoconfrontá-las. Assim, vários elementos importantes da atividade foram surgindo e compuseram o caminho percorrido para a tomada de decisão em cada caso coletado na área²⁰.

Portanto, a pesquisadora conseguiu atingir o primeiro nível de autoconfrontação. Esse nível está muito próximo ao da situação natural. O cuidado de não se usar os "porquês?", nesse primeiro momento, evitou colocar o ator em situação de resposta a um teste de raciocínio, que faria com que ele respondesse de forma prescritiva. O primeiro nível permite estudar a relação do curso da ação com as circunstâncias particulares (THEUREAU, 2014), o que permitiu que se preservassem as peculiaridades da atividade de cada momento, evitando a criação de generalizações.

Apoiando-se no primeiro nível, é possível desenvolver o segundo nível da autoconfrontação. Nesse momento, o pesquisador pode utilizar questões como: "Por quê?"; "Por que você realizou essa ação?"; "Quais são as consequências de se realizar isso?". Esse nível permite chegar a análises relativamente confiáveis de saberes efetivamente implementados no curso da ação: os sentimentos e as interpretações de seus julgamentos proprioceptivos, perceptivos e mnemônicos (THEUREAU, 2014).

Em uma das verbalizações realizadas em campo, a pesquisadora observou que o operador olhou para o ambiente externo e, em seguida, acionou a ponte rolante para que ela buscasse a panela. Em seguida, a pesquisadora lhe perguntou para onde olhava e o que via. Ele apontou para o local onde a panela estava sendo preparada e disse: "Eu vejo o K7. [...] Aquilo ali é onde ele trabalha. Aí ele já fechou o K7, que é uma das últimas coisas que ele faz. Então, já sei que vai liberar e, por isso, pedi pra ponte ficar logo ali em cima esperando pra pegar ela [a panela] e levar pro conversor, pra não atrasar." A observação a respeito do comportamento (olhar e acionar a ponte) do ator, foi possível compreender a sua ação e entender o porquê de ela ter sido realizada (para não atrasar o conversor).

Como vimos, ocorreram as verbalizações interruptivas e, em seguida, as autoconfrontações. Para realizar as verbalizações, a principal preocupação da pesquisadora era a de não perder a sequência de ações do operador: para onde ele estava olhando, o que ele fez, com ele quem falou. A partir disso, ela tomava notas das ações para, naquele mesmo momento, fazer as perguntas referentes a elas. Depois de conseguir registrar o máximo de ações possíveis, a

²⁰ É importante lembrar aqui que cada caso coletado é singular.

autoconfrontação era feita logo em seguida, durante as pausas realizadas por ele em seu trabalho.

Ao realizar a autoconfrontação em seguida à situação, nem sempre foi possível absorver tudo o que ele explicava. A pesquisadora refletia e avaliava os “memorandos”²¹e (TAROZZI, 2014, p.27) posteriormente, vieram as questões que ainda não haviam sido respondidas para atingir o segundo nível de autoconfrontação. Com o objetivo de preencher as lacunas, várias vezes foi necessário reconstruir o cenário para o operador. Como os casos haviam acontecido em dias anteriores aos das entrevistas, ela tentava fazer com que o ativador se recolocasse em situação. Através de conversas no início do turno, da apresentação dos *print screen* das telas e dos contextos da área e diálogos no momento, ele relembrava exatamente o que havia acontecido no aqui e no agora do dia anterior. Assim, reconstruía seus passos e conseguia explicitar os “porquês” implícitos em suas ações. Por diversas vezes, ao abordar o operador no início do turno para conversar sobre o dia anterior, nem sempre se fazia necessário à pesquisadora abrir as telas: ele mesmo ia reconstituindo seus passos e, assim, sanava-se parte das dúvidas²². Por fim, a partir disso, foi possível entender os motivos, as causas e as consequências dos caminhos escolhidos por ele para cada caso analisado.

Como dito anteriormente, as horas extras eram inviáveis. Durante o horário de trabalho, os operadores não conseguiam parar durante um tempo para responder a todas as questões. Por isso, a pesquisadora esteve muitas horas com eles na sala de controle para que, a cada curto espaço de tempo, algumas dúvidas a respeito dos casos coletados pudessem ir sendo discutidas.

Com esse procedimento, foi possível obter conjuntos de casos analisados em profundidade, para chegar às conclusões a respeito da atividade. Essa abordagem permitiu compreender o que é realmente a atividade realizada pelo operador e não apenas elaborar as conclusões com dados de observações ou idealizações do funcionamento de uma atividade e de um processo produtivo. Foi possível, também, identificar quais os processos cognitivos envolvidos, no momento da ação e na tomada de decisão, que levaram à elaboração dos requisitos para a concepção de um sistema que será discutida no capítulo 6.

²¹ “Memorandos” são anotações sobre os processos de pesquisa. Nos memorandos, é escrita a história teórica do processo analítico, traçado o mapa do percurso desenvolvido e são identificadas as direções a assumir no futuro.

²² Isso aconteceu devido ao envolvimento dos operadores com o projeto. Assim, eles mesmos se lembravam dos casos ocorridos e das análises feitas, o que contribuiu fortemente para o desenvolvimento da pesquisa.

4.3 Do desenvolvimento de competências à coleta de dados

A pesquisadora, antes mesmo de ir para o campo, já possuía alguma compreensão do processo produtivo. Como o estudo foi realizado em uma empresa siderúrgica de grande porte e a sua formação é em Engenharia Metalúrgica, entender as características do processo produtivo da empresa não foi um trabalho árduo. Ainda assim, a observação geral se fazia necessária para que ela compreendesse as peculiaridades da produção da empresa e se familiarizasse com os tipos de atividades desenvolvidas, com as normas e regras estabelecidas.

Mas o conhecimento acerca do processo produtivo não era suficiente. Tendo em vista que a demanda da empresa é automatizar a atividade de escolha de painéis, é justamente em relação a essa atividade que ocorre a coleta de dados, por se pretender fazer dela uma análise. Para que essa coleta de dados, em sua maioria qualitativos, pudesse ser eficiente e gerar as possíveis conclusões e soluções esperadas, foi necessário realizar acompanhamentos constantes das atividades desenvolvidas pelo operador em ação. De que outra forma coletar dados se o principal objetivo da pesquisa era compreender essa atividade visando a sua transferência para o sistema? Quem melhor para falar sobre a atividade a não ser a própria pessoa que a realiza? A fim de entender a complexidade da atividade desenvolvida pelo ator e identificar todos os elementos que a constituíam, era necessário muito mais que apenas acompanhá-la. Era preciso um olhar mais profundo sobre essa atividade para que o trabalho real se desencadeasse na sua forma mais pura.

Segundo Lima (2001, p.10), em seu trabalho sobre a formação em Ergonomia, “aprender a ver o mundo do trabalho pelos olhos dos trabalhadores não é uma atitude espontânea, sobretudo quando se trata de adultos já plenamente imbuídos de preconceitos ideológicos, com formações e experiências profissionais que tendem a afastá-los do trabalho.” Se, por um lado, a formação em Engenharia Metalúrgica contribuiu para uma melhor absorção das informações sobre o processo produtivo, por outro, a habilidade de enxergar a atividade do operador estava aquém do que se exigia da coleta de dados na atividade, o que faria com que o projeto de pesquisa estivesse ligado à realidade de trabalho.

Deu-se início, então, ao processo de desenvolvimento de competências da pesquisadora para análise da atividade e “mudança de perspectiva que consiste em compreender o comportamento no trabalho através dos olhos do próprio trabalhador” (LIMA, 2001, p.10). Nas primeiras tentativas de analisar a atividade do operador, a pesquisadora se limitava a buscar dados objetivos na sua fala. Ao questioná-lo sobre suas ações, obtinha como respostas

aquilo que remetia ao prescrito em sua tarefa, como, por exemplo, “tenho que colocar a panela para vazar em até 90 minutos. Depois desse tempo, devo trocar”. Mas era o que ele realmente fazia? Era apenas isso que ele enxergava?

A pesquisadora acabava partindo do pressuposto de que, num primeiro momento, os processos complexos podiam ser descritos por meio de resultados sobre processos simples. “Seguindo essa lógica de experimentação, totalidades complexas e organizadas podem conduzir a evidências de relações unidirecionais e lineares, enquanto há razões para crer que essas relações são múltiplas, bidimensionais, retroativas e paralelas” (GUILLON, 1982 *apud* THEUREAU, 2014). Mas os processos não eram tão simples, o que tornava impossível compreendê-los apenas a partir de perguntas diretas e objetivas. As respostas a essas perguntas não remetiam ao que eles faziam realmente.

Era necessário parar com as tentativas de explicitar as “representações mentais” sem, de fato, compreender em situação a realização do trabalho. Como engenheira, a pesquisadora começou a buscar as regras explícitas que poderiam compor um sistema que escolheria as painéis a serem utilizadas nos vazamentos. Se tivesse seguido esse caminho, logicamente desenvolveria regras que, de fato, seriam passíveis de serem programadas por um computador. Mas um sistema baseado nessas regras realmente funcionaria para realizar a atividade de escolher painéis? Foi quando, estudando os referenciais teóricos, a pesquisadora se deparou com o seguinte trecho do trabalho de Lima (2015, p.106), que discute o distanciamento que existe entre engenheiros e operadores:

“Por isso, qualquer tentativa de formalizar suas próprias regras práticas fica aquém do que os engenheiros precisam para projetar equipamentos, processos e procedimentos operacionais. A maior complexidade dos fenômenos reais, aos quais a prática é confrontada mais diretamente que a teoria, confere caráter lacunar ao modelo operacional. O problema maior não é que o operador, em decorrência de alguma deficiência cognitiva, não saiba formalizar sua experiência prática, e, sim, é que essa experiência transcende qualquer formalização, precisamente por ser experiência (vívida) e por ser prática. Um simples sinal é, para o operador, sintoma de complexos subjacentes. Isso permite que ele dê sentido, reinterprete e signifique os sintomas em configurações mais amplas, que tendem ao singular, ao caso único. Porém, em uma sociedade em que aquilo que é explicitado parece ter mais valor, o operador se vê em desvantagem, porque “só” têm(sic) a sua experiência vívida para dar suporte às suas posições.”

A partir da leitura desse trecho, o que era de fato a análise da atividade começou a ter sentido. Como o sujeito é observado em ação e depois são construídos os elementos de sua tomada de decisão, foi possível concluir que, na maior parte das vezes, nem todo o conhecimento que as pessoas possuem é passível de explicitação. Era necessário identificar o que podia ser definido em forma de regras e quais as competências ainda eram necessárias para que o

processo pudesse ser operado de forma a garantir aquilo que dele se espera. Ao assumir a ideia de que “nada entendia, nada compreendia e nem tudo é tão óbvio” em relação ao que estava sendo feito, o desenvolvimento da coleta de dados foi se aprimorando, abrindo margem para que as análises da atividade acontecessem.

A pesquisadora se posicionou como observadora e deixou que as respostas emergissem dos dados coletados e analisados, como propõe a “*Grounded Theory*” (TAROZZI, 2011). Enraizada nos dados, ela propõe um método empírico para produzir rigorosamente uma teoria através de abordagem indutiva ou por abdução. Ou seja, ao invés de verificar se determinada teoria se aplicava à prática, os fenômenos da prática eram compreendidos com ajuda da teoria. Em outras palavras: ao analisar as falas do operador e os elementos de sua tomada de decisão, foi possível encontrar um cálculo que hoje é feito por ele, mas que poderia facilmente ser transferido para um sistema. Assim, os dados produzidos e as conclusões foram embasados no que de fato ocorre no cotidiano da área.

Ademais, foi relevante compreender a importância de trazer os operadores para participarem, efetivamente, do trabalho. A experiência e a vivência cotidiana que eles têm da área fazem com que possam desenvolver o conhecimento tácito, que lhes permite operar com segurança e realizar o seu trabalho. Dessa forma, fazer com que elementos desse conhecimento emergissem com a ajuda dos próprios operadores é o que confere riqueza a este trabalho.

5. O PAPEL DE REGULAÇÃO DO ATIVADOR DA ALA DE CORRIDAS

Este capítulo mostra o trabalho real do ativador da Ala de Corridas. Primeiramente, serão elencadas as tarefas, as normas e os meios disponíveis para que ele realize a sua atividade. Depois, serão apresentados quatro casos, a partir dos quais será possível promover as discussões desejadas.

5.1 O ativador: tarefas, normas e meios disponíveis

5.1.1 Jornada de trabalho

Como é praxe nas indústrias de processos contínuos, os operadores trabalham em turnos de seis horas por dia, durante seis dias e folgam um dia por três semanas consecutivas e, no fim da quarta semana, têm dois dias de descanso. São classificados em letras (A, B, C, D e E) e, para que a rotatividade aconteça, quatro letras trabalham no dia, enquanto a quinta folga. Em cada turno, há apenas um ativador, o que torna grande a demanda de trabalho.

Durante as seis horas, os ativadores se dedicam às suas tarefas, realmente, sem folga. Como eles coordenam as painéis, os potes, as pontes rolantes, os carros de transferência e as empresas contratadas para manutenção e limpeza, são solicitados a todo momento. Mesmo quando não atuam diretamente, estão sempre atentos às conversas no rádio para identificar e antecipar possíveis problemas. Por isso, esse é um trabalho com alta carga cognitiva. São “seis horas completamente trabalhadas”, afirmam esses operadores.

5.1.2 Tarefas e normas

O ativador tem à sua disposição uma apostila com a relação das tarefas e das normas consideradas importantes para a realização do seu trabalho. Nessa apostila, estão as normas que direcionam a produção de todos os tipos de aço: normas com restrições para utilização dos componentes das painéis; normas com determinação dos tempos permitidos para as rotas; normas para operação das máquinas de lingotamento contínuo e normas para o uso das pontes rolantes. Serão destacadas aqui apenas as tarefas e normas que são relevantes para discutir os casos estudados.

No manual de treinamento do ativador, pode-se encontrar a seguinte descrição:

“A principal responsabilidade do Ativador da Ala de Corridas é coordenar as movimentações das pontes rolantes e dos carros de transferência de painéis e potes, em função dos horários programados para vazamento e abertura das

corridas de aço líquido. Seu objetivo é abastecer os conversores com potes de escória e panelas de aço vazias e as máquinas de lingotamento contínuo, Estações de Borbulhamento [EB], desgaseificador RH e Forno Panela, com panelas cheias, dentro dos prazos e nas características de qualidade requeridas.” – Descrição da tarefa do ativador no manual de treinamento

Para que ele possa abastecer os conversores com as panelas, seguem-se as seguintes normas:

1) *Não exceder o tempo de ciclo*

As panelas devem ser receber o novo vazamento dentro do tempo permitido (Tabela 7). Se, por algum motivo, esse tempo for excedido, elas devem ser trocadas. No caso das panelas em ciclo, o tempo de ciclo (I) máximo permitido é 90 minutos, podendo exceder 10 minutos. Para as panelas de aquecedor, o tempo de ciclo (II) máximo é de 30 minutos.

Tabela 7 - Tempos de ciclo máximo permitidos

	Tempo de ciclo máximo permitido (min)
(I) Panelas em ciclo	90 (+10)
(II) Panelas de aquecedor	30

Fonte: tabela elaborada pela autora

2) *Só retirar panelas do aquecedor que estejam acima do tempo mínimo de aquecimento permitido*

As panelas ficam no aquecedor por um tempo mínimo, dependendo do motivo pelo qual foram enviadas para esse equipamento (Tabela 8). Então, se uma panela ficou fora do ciclo acima de quatro horas, por exemplo, quando ela for colocada no aquecedor, deve nele permanecer por pelo menos oito horas. Esse tempo de permanência, previamente estabelecido pela engenharia, garante a temperatura mínima da panela para o processo, evitando perda de calor excessiva do aço líquido.

Tabela 8 - Tempos mínimos de aquecimento em função dos motivos

Motivos de panela no aquecedor	Tempo mínimo no aquecedor
Panela fora de ciclo até 30 min	2 horas
Panela fora de ciclo entre 30 min e 2h	3 horas
Panela fora de ciclo acima de 4h	8 horas
Troca do revestimento geral da panela	18 horas

Troca do revestimento total da panela	16 horas
Troca da sede de válvula OU plug + reparo ou não na linha de escória	10 horas
Troca da sede de válvula E plug + reparo ou não na linha de escória	12 horas
Troca da sede de válvula E plug + reparo na linha de escória	12 horas

Fonte: tabela elaborada pela autora

3) Realizar o equilíbrio de panelas

Como mostrado anteriormente, as panelas têm componentes que devem ser trocados devido ao tempo de uso na operação. Dependendo do tipo de reparo na panela –como a troca do revestimento geral –, ela fica indisponível para operação durante dias e, até mesmo, semanas. Dessa forma, é necessário que as panelas em operação sejam utilizadas de modo a atender o equilíbrio de panelas, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 - Equilíbrio de panelas

Faixa	Panelas em ciclo	Panelas no aquecedor	Panelas aguardando para aquecer	Panelas aguardando para reaquerer
0/9				
10/19				
20/29				
30/39	30			
40/49	29			
50/59		31		27
60/69	35,33			
70/79				
80/89				39
90/99				40
100/109	36	26		
110/119				
120/129		49		
130/139	50,28			

Fonte: tabela reproduzida pela autora a partir do *print screen* da tela do SIPAN

Na Tabela 9, as faixas são os intervalos do número de corridas que a panela já vazou, sendo que a vida máxima a ser alcançada por ela é de 139 corridas²³. Por exemplo, a panela 30 da quarta linha dessa tabela: se essa panela recebeu 32 corridas, ela se encontra na faixa 30/39. A cada corrida realizada na panela, é acrescido um ao total de corridas. Com isso, é necessário manter as panelas em operação o mais bem-distribuídas possível dentro dessas faixas, evitando, assim, uma concentração muito grande em determinadas faixas, fazendo com que muitas panelas saiam para a reparação do seu material refratário. Em vista disso, elas ficarão indisponíveis por muitos dias.

A busca do equilíbrio de panelas tem como objetivo não deixar que muitas delas saiam de operação para realizar a troca do refratário. Suponhamos que, durante o processo, seja priorizada a utilização das panelas 36, 50, 28, 26 e 49, que já estão com vida acima de 100 corridas. Em um determinado momento do processo, todas elas devem sair para a reparação do seu revestimento e, com isso, um grande número delas ficará indisponível para operação, já que esse tipo de reparo leva dias e não se tem uma previsão exata do seu término. Se houver panelas sendo liberadas do reparo, será possível, aos poucos, ir incluindo outras panelas na operação. Se a empresa estiver produzindo com todos os equipamentos em funcionamento, fica inviável atender à produção. O ideal é que se tenha uma panela em cada faixa.

5.1.3 Os meios disponíveis

Para que possa cumprir com sua responsabilidade e atingir o seu objetivo, o ativador se utiliza, em parte, dos meios dos quais ele pode disponibilizar (Figura 5). A sala de controle fica localizada no centro da Ala de Corridas, o que faz com ele tenha visão de seu campo de trabalho: a localização das panelas, dos conversores, das pontes rolantes, dos carros de transferência e dos outros operadores.

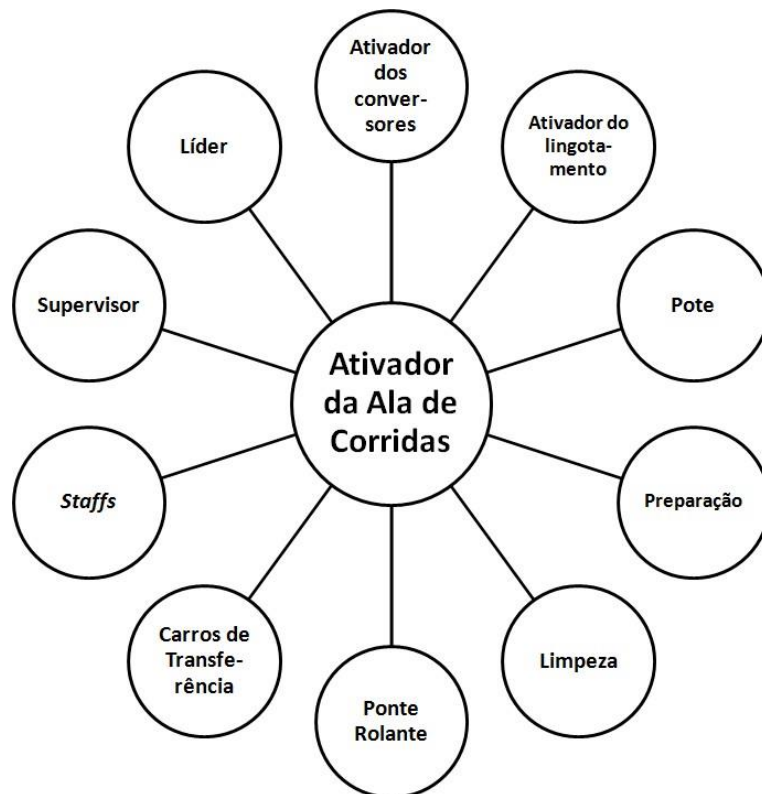
²³ O número máximo de corridas na panela permitido pelas normas é de 135 corridas. Porém, através de inspeções na preparação da Válvula Gaveta, tendo em vista o número de panelas disponíveis, é possível liberá-la para até 139 corridas.

Figura 5–Ativador e os meios disponíveis



O ativador utiliza o telefone e o rádio para falar com os demais atores (Figura 6). Por meio do rádio, ele se comunica com os operadores da ponte rolante e dos carros de transferência para acioná-los a fim de que busquem e levem as panelas cheias e vazias aos seus destinos, chama os operadores de pote e limpeza e mantém comunicação com seu líder. Pelo telefone, conversa com os ativadores dos conversores e do lingotamento contínuo para obter informações a respeito da programação e da produção.

Figura 6 - Comunicação entre ativador e atores via telefone e rádio de comunicação



Fonte: figura elaborada pela autora

A Figura 7 apresenta a imagem da televisão à qual o ativador recorre para ver algumas áreas da Ala de Corridas. Nas três telas superiores (1_MP.C, 2_MP.B E 3_MP.A), ele observa as panelas e os potes posicionados para vazamento nos conversores. O ativador consegue, então, notar que os conversores estão realizando os sopros e as retiradas de escória e marcando o início e fim do vazamento. Isso o orienta quanto ao andamento da produção e dos tempos para atender às programações reais dos equipamentos, como os conversores.

Figura 7 - Telas com imagens reais da Ala de Corridas



Fonte: autora

Nas telas 4_TP.RH, 5_RH, 7_TR.FP e 8_FP, eles veem as áreas de tratamento do forno panela e RH, respectivamente. É possível ver, igualmente, não só o momento em que panelas chegam e saem do forno panela ou RH, assim como as áreas de movimentação das panelas e, dessa forma, conseguem acionar a ponte para buscá-las, estejam cheias ou vazias. Já as a telas 6_PMS e _EGUSA mostram o pátio de sucata e a área onde se faz o carregamento de material nos conversores. Os operadores conseguem, portanto, perceber que os conversores estão sendo carregados com gusa e sucata e isso os auxilia em relação ao horário real do vazamento.

5.1.4 O Sistema de Panelas

O ativador conta, em sua atividade, com apoio informático do “Sistema de Panelas” (SIPAN). Esse sistema contempla diversas informações, várias funcionalidades e inúmeras telas disponíveis para o seu acesso. Na tela como a da Figura 8, por exemplo, estão algumas das informações necessárias para que o ativador possa realizar o seu trabalho de abastecero conversor com panelas vazias e as estações de tratamento com panelas cheias.

Figura 8 - Modelo de coordenação do SIPAN

Obs.	Cor. dia	Nº Corrida	Grav Aç	Id. MK	Cor. Seq	Prev. Vaz	Real Vaz	Nº Pan.	EB	RH	FP	Prev. Aber	Real Aber	Trânsito	Trâns. da Pan.	Prev. Fech.	Real Fech.	Tempo Ling.
*	12	6B3281	7	MK3	3	08:47	08:48	27	E2L	-	-	10:02	10:02	74	74	10:45	10:43	41
	19	6A2988	2	MK2	6	12:15	12:19	36	E1O	-	-	13:16	13:16	57	57	14:26	-	70
*	20	6B3285	2	MK4	3	12:25	12:28	29	E2L	-	-	13:47	13:49	81	81	14:45	-	37
	21	6A2989	2	MK4	4	12:59	13:18	33	E2O	-	-	14:48	-	90	90	15:41	-	-
	22	6B3286	2	MK2	7	13:21	13:23	30	E1L	-	-	14:29	-	66	66	15:44	-	-
	23	6B3287	2	MK4	5	14:12	14:12	47	EB2	-	-	15:44	-	92	92	16:37	-	-
	24	6A2990	5	MK3	1	14:29	-	32	-	-	X	16:19	-	110	-	17:04	-	-
	25	6B3288	2	MK4	6	14:52	-	-	-	X	-	16:40	-	108	-	17:33	-	-
	26	6A2991	5	MK3	2	15:07	-	-	-	X	-	17:07	-	120	-	17:55	-	-
	27	6B3289	2	MK4	7	15:30	-	-	-	X	-	17:36	-	126	-	18:29	-	-
	28	6A2992	5	MK3	3	15:45	-	-	-	X	-	17:58	-	133	-	18:47	-	-
	29	6B3290	2	MK4	8	16:08	-	-	-	X	-	18:32	-	144	-	19:25	-	-
	30	6A2993	5	MK3	4	16:23	-	-	-	X	-	18:50	-	147	-	19:41	-	-
	31	6B3291	2	RRR	-	16:46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32	6A2994	2	MK4	9	17:01	-	-	-	X	-	19:28	-	147	-	20:21	-	-
	33	6B3292	2	RRR	-	17:24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	34	6A2995	2	MK4	10	17:39	-	-	-	X	-	20:24	-	165	-	21:17	-	-

Fonte: SIPAN

A tela acima possui as informações da produção do dia. Através dessas informações, o operador se programa para posicionar as painelas para os próximos vazamentos, sendo-lhe possível ter uma ideia geral da situação do processo: horários programados de vazamento (Coluna 7) e horário de abertura de painela nas máquinas de lingotamento contínuo (Coluna 5), rotas programadas (Colunas 10, 11 e 12), etc. Como o processo é dinâmico, os horários de previsão mudam constantemente. A programação é realizada pelos ativadores do conversor e do lingotamento contínuo e pelos operadores das estações de tratamentos, de forma que todos os horários de cada etapa estejam disponibilizados para serem atendidos.

Os horários de previsão de vazamento, por exemplo, são muito importantes porque é, a partir deles, que o ativador se organiza para posicionar as painelas, de forma a evitar que elas excedam seu tempo de ciclo máximo permitido. Supondo o vazamento previsto para 14:52, ele deve enviar uma painela para o conversor até esse horário. Se a painela perde o tempo de ciclo às 14:32, deve escolher outra painela, uma vez que nesse horário a painela já terá excedido, em 20 minutos, o tempo máximo permitido: 90 minutos.

5.2 Escolhendopanelas

A forma como ativadores utilizam as ferramentas é ponto de partida na compreensão do seu trabalho: o que é realmente feito e posto em ação para que atinja o seu objetivo. Analisando-os em ação e tendo em vista as autoconfrontações realizadas, é possível descrever a sua

atividade. Foram escolhidos quatro casos, com dois ativadores diferentes, que serão descritos a seguir²⁴.

Os dois primeiros casos foram coletados no mesmo dia. Eles têm início às 09:53 da manhã, no momento em que o ativador está analisando a tela do computador conforme mostrado na Tabela 10. Ao se deparar com essa tela e baseando-se nos horários de fim de lingotamento e naqueles programados para os próximos vazamentos, ele escolhe qual panela vazia enviar para o conversor. Assim, para os lingotamentos que finalizaram às 09:47 e 09:48, ele escolhe retornar com as panelas 43 e 48 para os vazamentos de 10:34 e 10:53, respectivamente.

Tabela 10 - Painelas, horários de vazamento e fim do lingotamento

Horário previsto de vazamento	Nº da panela	Horário real de término de lingotamento
00:03	-	
00:53	-	
04:41	43	09:47
05:37	48	09:48
07:09	33	Horário do fim do lingotamento
07:35	28	
08:08	34	
09:00	50	
09:01	27	
09:49	41	
10:08	46	
10:34	Horário dos próximos vazamentos programados	
10:53		
11:19		

Fonte: tabela adaptada pela autora a partir *print screen* das telas do SIPAN

O próprio ativador, ao mostrar qual panela ele já havia escolhido para cada vazamento, diz: “Vai ser isso aí que eu tô te falando, se tudo der certo, né? Mas não é sempre que acaba o turno com o que a gente tá vendo no começo dele...”. Por “dar tudo certo”, entende-se que ele espera que, durante o turno, não haja imprevistos. Se tudo acontecer conforme a programação, o que ele prevê, de fato, acontece, e as panelas são posicionadas para os vazamentos dentro dos 90 minutos permitidos. Casos como esses acontecem quando vazamentos não atrasam,

²⁴ Os casos foram escolhidos baseando-se no nível de profundidade que se conseguiu obter nas análises do campo.

não há falta de potes e os equipamentos na área estão todos em boas condições de funcionamento.

Apresentaremos os casos das painelas 43 e 48. Através deles, será mostrado o desencadeamento das ocorrências desde o fim do lingotamento contínuo até os vazamentos nos conversores. Por ora, não entraremos nos detalhes das discussões, que serão apresentados no decorrer do texto do capítulo 6, voltando sempre aos casos indicados.

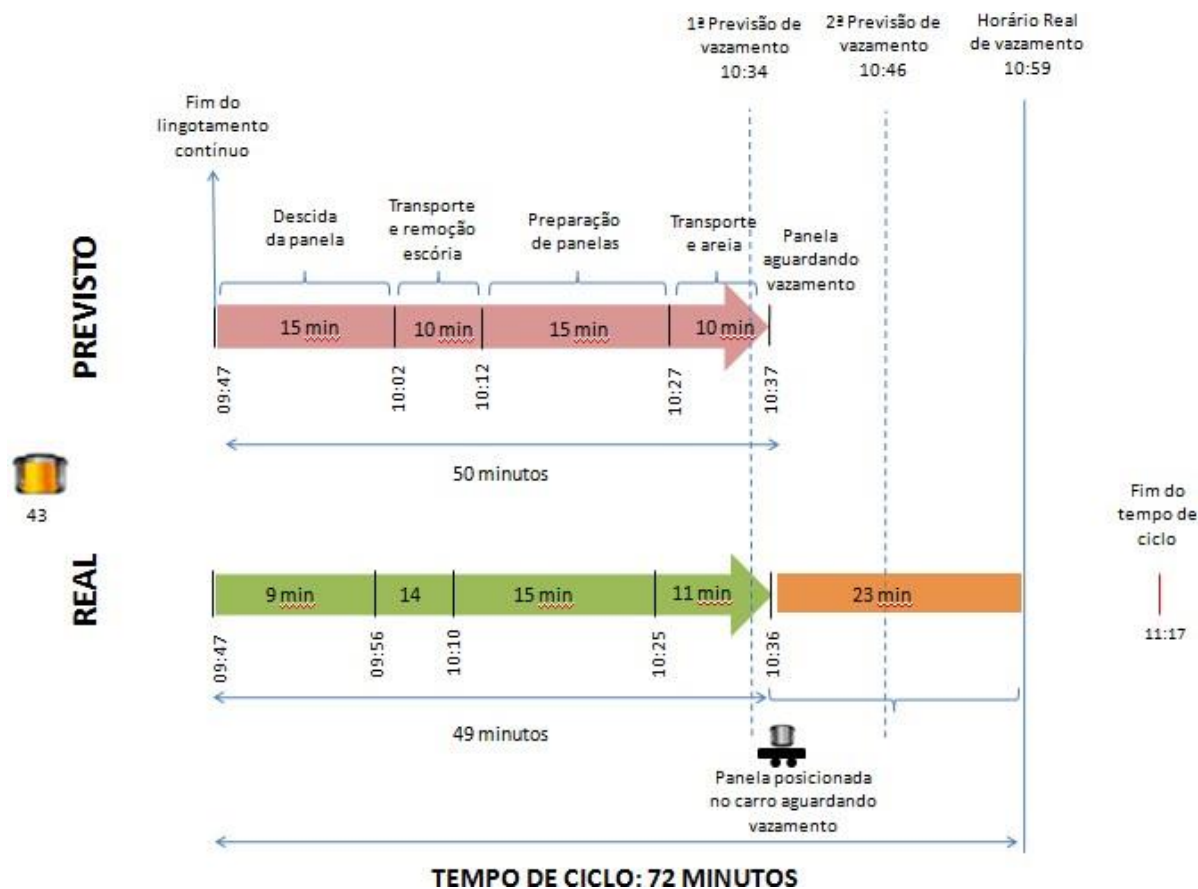
Esses têm início desde o momento em que as painelas terminam o lingotamento contínuo. Após o término dos lingotamentos das painelas 43 e 48, às 09:47 e 09:48, respectivamente, as painelas estavam disponíveis para um novo vazamento. Conseqüentemente, a partir dos horários mencionados, o ativador tinha 90 minutos para levá-las até os próximos vazamentos, às 10:34 e 10:53.

5.2.1 Caso 1: posicionando a painela 43 para vazamento no tempo previsto

Terminado o lingotamento da painela 43 as 09:47, o ativador fez uma previsão do tempo que a painela iria levar para chegar ao próximo vazamento previsto, como mostra a Figura 9. Ele calculou um tempo total de 50 minutos de ciclo para que ela fosse posicionada no vazamento das 10:34. Como o fim do tempo de ciclo da painela seria às 11:17, ela teoricamente chegaria na hora prevista do vazamento²⁵.

²⁵ O cálculo do fim do tempo de ciclo é realizado somando-se 90 minutos ao horário de fim do lingotamento. Como a painela terminou o lingotamento às 09:47, o fim do tempo de ciclo seria às 11:17.

Figura 9 - Atividades e tempos previstos e reais para o posicionamento da panela 43



Fonte: figura elaborada pela autora

Em princípio, o ativador considerou as seguintes operações e os tempos-padrão, indicados pela seta rosa da Figura 9:

1º) Descida da panela: 15 minutos. A partir do momento em que a panela termina o lingotamento, às 09:47, no caso, o lingotamento contínuo tem 15 minutos para liberar a panela para o ativador buscá-la.

2º) Transporte e remoção da escória: 10 minutos. Quando se busca a panela, estima-se um tempo de 10 minutos para transportá-la, retirar a escória e levá-la ao local onde será preparada.

3º) Preparação de panelas: 15 minutos. Como não era necessário trocar nenhum componente da panela, o ativador utilizou apenas o tempo-padrão para estimar o tempo da operação de *Check*.

4º) Transporte e areia: 10 minutos. Finalizada a preparação, ele estima um tempo de 10 minutos para solicitar ao operador da ponte rolante que busque e posicione a panela no carro de transferência para a colocação de areia. A partir daí, ela está pronta para receber o vazamento.

Somando-se os tempos previstos por ele, a previsão era a de que a panela fosse demorar em torno de 50 minutos para chegar ao conversor para o vazamento programado para as 10:34. Ela chegaria às 10:37, com somente três minutos de atraso.

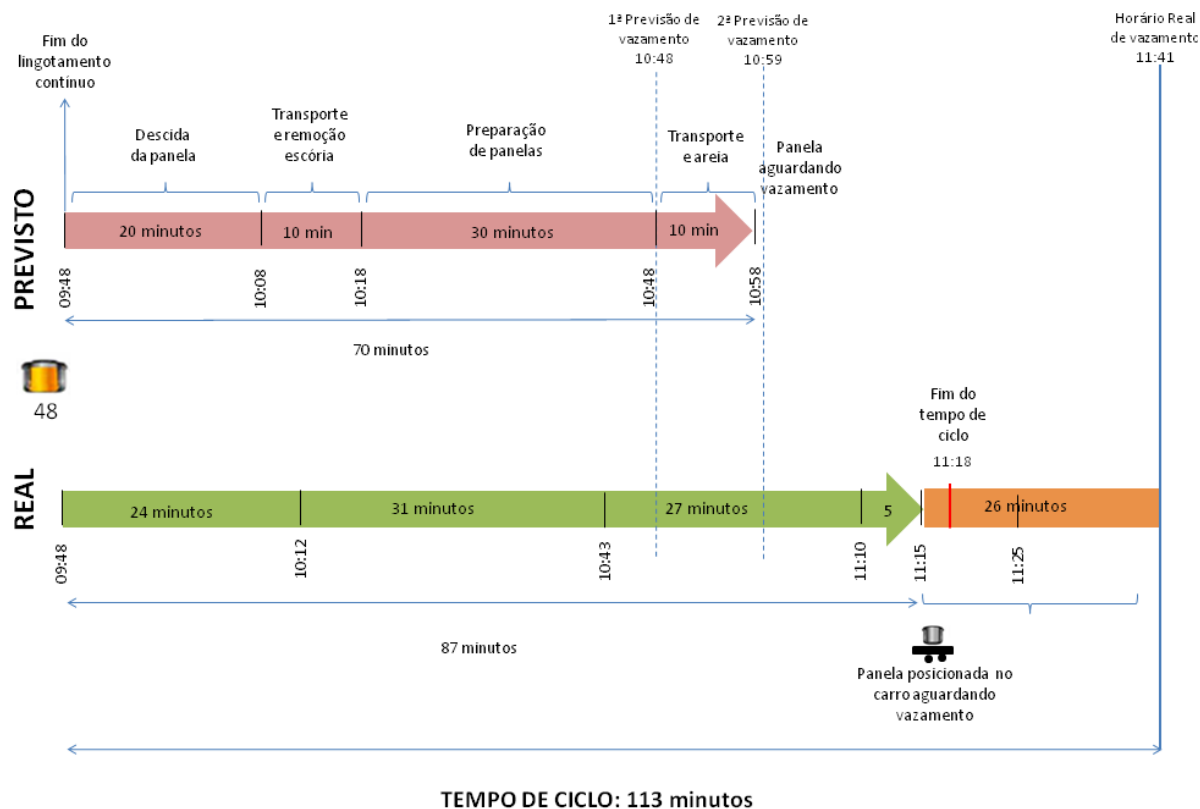
As atividades e os tempos reais podem ser vistos na seta verde da Figura 9. O tempo total de ciclo previsto pelo ativador não variou muito e, com 49 minutos, a panela estava no carro aguardando o vazamento. É possível ver o que realmente aconteceu através da Figura 9. A panela demorou apenas nove minutos para ser liberada do lingotamento contínuo, 14 minutos para ser transportada e ter a escória removida, 15 minutos para ser preparada e, por fim, com 11 minutos, foi levada para o carro de transferência. Colocou-se a areia na panela, que aguardou para vazamento.

O horário previsto para vazamento foi atualizado no sistema duas vezes. Enquanto a panela estava sendo preparada, a previsão de vazamento, às 10:34, foi alterada para as 10:46. Com a panela já posicionada no carro de transferência aguardando o vazamento, o sistema não atualizou o horário do vazamento previsto novamente. Mas o vazamento real aconteceu às 10:59. Com isso, a panela recebeu o vazamento com o ciclo de 72 minutos, dentro do tempo máximo permitido. Esse caso configura o chamado caso de sucesso: o aço foi vazado dentro dos 90 minutos permitidos.

5.2.2 Caso 2: Posicionando a panela 48 para vazamento

Paralelamente aos acontecimentos da panela 43, a panela 48 iniciou o seu caminho a ser percorrido até o próximo vazamento. A previsão, realizada pelo ativador, se assemelha à da panela 43. Nesse caso, 70 minutos foram estimados para o tempo de ciclo da panela que seria disponibilizada para o vazamento de 10:48 (Figura 10).

Figura 10 - Atividades e tempos previstos e reais para o posicionamento da panela 48



Fonte: figura elaborada pela autora

A estimativa do cálculo é realizada de forma semelhante.

1º) Descida da panela: 20 minutos. Nesse caso, a panela terminou seu lingotamento em outra máquina, que pode demorar mais tempo para liberá-la, comparado com o tempo de descida da panela 43, que demoraria 15 minutos.

2º) Transporte e remoção da escória: 10 minutos.

3º) Preparação de painéis: 30 minutos. A panela troca as placas e a válvula externa, procedimento que demora 30 minutos, que é o tempo-padrão.

4º) Transporte e areia: 10 minutos.

A panela 48 apresentava o que se denomina de “restrição forno panela”. Quando apresentam esse tipo de restrição, elas não podem ser utilizadas em vazamentos que serão tratados no forno panela. Em casos assim, deve-se utilizar outra panela. A rota programada para a corrida a qual o ativador enviaria a panela era EB, portanto, essa restrição não iria influenciar na escolha da panela para esse vazamento. Como o carro de transferência do fornopanela estava

em manutenção, excluía-se o risco de a panela trocar de rota, por algum problema na área²⁶, e de ser tratada nesse equipamento. Nesse caso, as condições de segurança estavam garantidas. Diante de tudo isso, a panela estaria posicionada no carro às 10:58.

A panela 48 sofreu atrasos em relação ao tempo que foi previsto para que ela ficasse pronta (seta verde da Figura 10). A descida dessa panela levou 24 minutos, 4 minutos a mais do tempo previsto, ao passo que o transporte e a remoção de escória levaram 31 minutos, excedendo em 21 minutos o tempo que se esperava para que essa etapa fosse realizada. Por outro lado, a preparação de panelas, o transporte e a colocação de areia foram realizados no tempo abaixo do previsto, com 27 e 5 minutos, respectivamente. Dessa forma, a previsão de que a panela estaria posicionada no carro às 10:58 não se concretizou. Somente às 11:15 o ativador conseguiu fazer com que, finalmente, a panela estivesse pronta e posicionada no carro para receber o vazamento. Os motivos dos atrasos serão explicados posteriormente.

O vazamento ocorreu às 11:41, e o tempo de ciclo da panela foi de 113 minutos. Como podemos ver na Figura 10, o primeiro horário de vazamento estava previsto para as 10:48 e esse horário foi mudado duas vezes. Quando a panela ainda estava sendo preparada, o horário previsto sofreu sua primeira alteração, passando para as 10:59. Estando a panela posicionada no carro de transferência aguardando o vazamento, o horário continuava o mesmo. Às 11:25, com a panela ainda posicionada no carro, o horário de vazamento foi atualizado para as 11:39, mas o vazamento ocorreu às 11:41, 23 minutos além do horário de perda do tempo de ciclo da panela, às 11:18.

A corrida terminou sem problemas e foi lingotada dentro da faixa de temperatura correta. Às 11:41, ocorreu o vazamento na panela, que estava com tempo de ciclo de 113 minutos. Ela foi tratada apenas na EB, finalizando o seu lingotamento às 13:37, momento em que acabou o seu tempo de trânsito - 71 minutos. Nesse mesmo dia, foi utilizada em mais duas corridas, quando atingiu a vida de 135 corridas no revestimento e foi, então, retirada de operação para realizar a manutenção do seu refratário.

5.2.3 Caso 3: Posicionamento da panela 32 para vazamento no tempo previsto

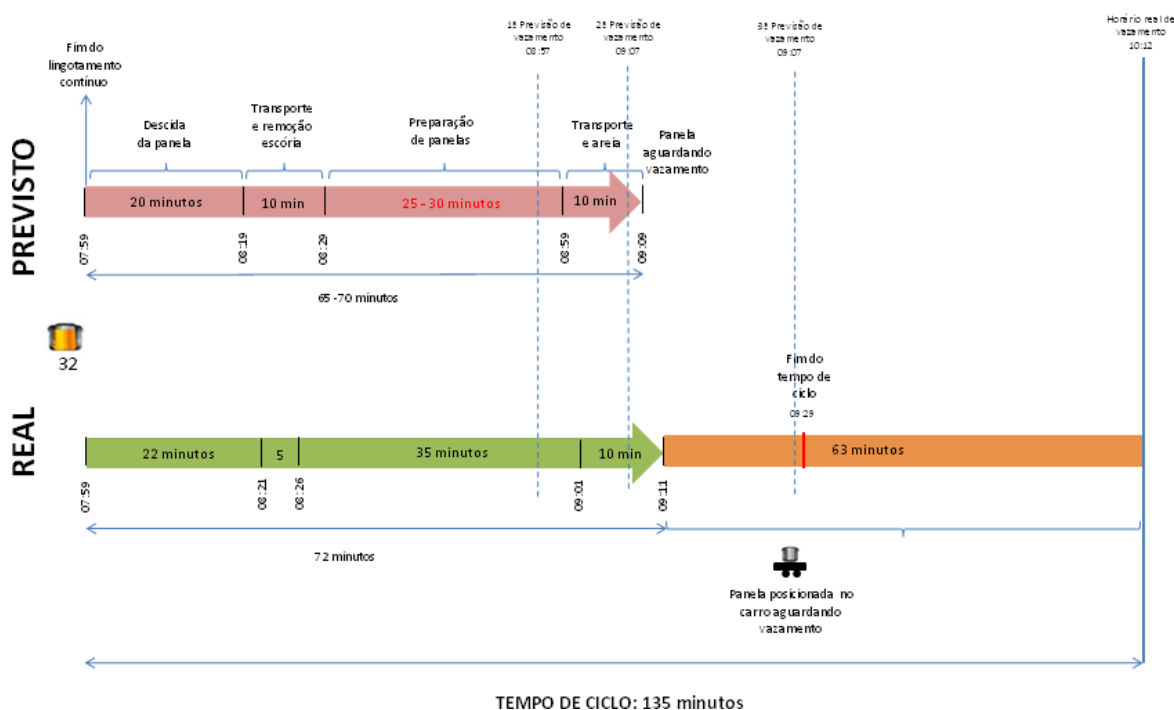
Nos dois casos anteriores, mostramos como são realizadas as escolhas das panelas que estão em ciclo. Quando não há nenhuma panela disponível em ciclo, é necessário recorrer àquelas que estão no aquecedor. É possível que as panelas que terminaram ou vão terminar o

²⁶ “Algum problema” significa, temperatura baixa ou quebra de algum equipamento que poderiam fazer com que a rota programada a princípio tivesse de ser alterada.

lingotamento, não cheguem a tempo para o próximo vazamento programado. Alguns motivos podem impedir que uma panela chegue ao conversor, como o fato de o horário final de lingotamento ser muito próximo ao do vazamento ou em razão de as panelas não serem liberadas para vazamento através da inspeção na sua preparação. Com isso, é necessário que o operador recorra às panelas do aquecedor, como veremos adiante.

Vejam, então, o que ocorreu com os vazamentos na área nesse dia, utilizando os casos das panelas 32 e 44. Analogamente à escolha da panela 48 anteriormente, o ativador realizou o mesmo procedimento de estimativa do tempo para a panela 32 (Figura 11). A panela 32 havia terminado o seu lingotamento às 07:59 e realizando os cálculos, ele estimou um tempo entre 65 e 70 minutos para que ela chegasse ao vazamento no conversor.

Figura 11 - Atividades e tempos previstos e reais para o posicionamento da panela 32



Fonte: figura elaborada pela autora

O ativador estimou que a panela levaria de 25 a 30 minutos na etapa de preparação de panelas, supondo que um de seus componentes pudessem ser trocados. Às 08:26, iniciou-se essa etapa, cujo processo de inspeção foi terminado às 09:01. Ao entrar no sistema, ele constatou que realmente havia sido trocada a válvula interna da panela. Comparando o tempo real com o tempo previsto, a troca dessa válvula resultou em um atraso de 5 minutos, mas isso não influenciou drasticamente no tempo: como o conversor ainda não havia sido

carregado e a panela só perdia o tempo de ciclo às 09:29, era possível utilizá-la. Assim, com 10 minutos buscou-se a panela, que foi posicionada no carro e recebeu areia de vazamento. A partir desse momento, ela estaria pronta para receber o vazamento às 09:11.

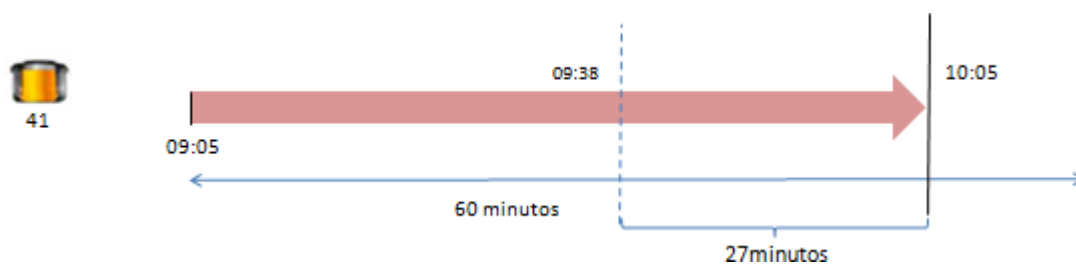
Dessa forma, o vazamento na panela foi realizado às 10:12. Ela aguardou no carro por 63 minutos, e o vazamento aconteceu com 135 minutos de ciclo, isto é, excedeu, em 45 minutos, o tempo permitido. Ainda assim, a corrida terminou sem apresentar problema na temperatura.

5.2.4 Caso 4: Retirando uma panela do aquecedor

Às 08:15 da manhã, o ativador verificou qual panela seria utilizada no próximo vazamento, a ser realizado às 09:38. Ele explicou que era necessário tirar uma panela do aquecedor para esse vazamento já que a única panela disponível em ciclo era a panela 32, já escolhida para o vazamento anterior, como vimos. As panelas que ainda estavam lingotando não chegariam a tempo do próximo vazamento às 09:38, assim sendo, elas não seriam liberadas do lingotamento contínuo com tempo suficiente para retornarem ao conversor.

A próxima panela, 41, a ser liberada do lingotamento contínuo estava prevista para as 09:05 (Figura 12). Ele estimou, então, que a panela iria demorar por volta de 60 minutos para ser disponibilizada novamente para o aquecedor. Com isso, ela ultrapassaria 27 minutos do tempo previsto para o próximo vazamento (09:38) e, certamente, ele não conseguiria fazer com que a panela chegasse a tempo.

Figura 12 - Horário previsto de chegada para a panela 41



Fonte: figura elaborada pela autora

Diante disso, foi necessário recorrer ao aquecedor, que tinha quatro opções de panelas. Caso não houvesse quaisquer trocas de componentes das panelas provenientes do aquecedor, o ativador estimaria, normalmente, que a panela levaria em torno de 20 minutos para ser transportada de um dos aquecedores até os conversores. O ativador tem 30 minutos para

disponibilizar uma panela do aquecedor. Então, se o vazamento estava marcado para 09:38, ele deveria programar-se para buscar a panela por volta de 09:08.

Para escolher qual panela retirar de um dos aquecedores²⁷, o ativador acessou seu sistema no intuito de verificar a condição das panelas que lá se encontravam (Tabela 11). Os quatro aquecedores estavam ocupados, portanto, ele devia checar quais panelas estariam “boas” para serem utilizadas. Panelas “boas” são aquelas que já atingiram o tempo mínimo de aquecimento e se encontram com temperatura adequada para serem utilizadas. Então, naquele momento, 08:15, três das quatro panelas do aquecedor poderiam ser utilizadas para vazamento. As panelas 44, 27 e 39 ficaram disponíveis às 05:30, 07:31 e 05:34, respectivamente, enquanto a 33 ficaria disponível apenas às 10:33 e, portanto, não era uma opção.

Tabela 11 – Informações no sistema de panelas dos aquecedores

Nº do aquecedor	Nº da panela	Vida do revestimento	Data e horário do início de aquecimento	Data e horário do fim de aquecimento
2	33	100	18/jan 07:33	18/jan 10:33
3	44	56	18/jan 02:30	18/jan 05:30
4	27	120	18/jan 05:31	18/jan 07:31
5	32	122	18/jan 03:34	18/jan 05:34

Fonte: tabela elaborada a partir do *print screen* da tela do SIPAN

O ativador optou pela panela 44, que foi levada do aquecedor para a preparação de panelas e posicionada no carro, onde aguardou o vazamento. Esse ocorreu às 09:40, portanto com exatos 30 minutos de ciclo da panela, tempo de ciclo permitido para panelas de aquecedor.

5.3 Os atrasos na Ala de Corridas

Em texto anteriormente apresentado, vimos casos de sucesso e outros que se tornaram um sucesso pela tomada de decisão e pelas ações efetuadas pelo operador. No que diz respeito às panelas 48 e 32, por exemplo, os tempos reais para as etapas de panela vazia foram diferentes daqueles previstos pelos ativadores inicialmente. Isso acontece diariamente na Ala de

²⁷ A empresa possui cinco aquecedores, mas, no período em que a pesquisa foi realizada (outubro de 2016 a junho de 2017), apenas quatro aquecedores estavam funcionando. O quinto aquecedor retomou sua operação em maio de 2017 e, portanto, o caso aqui discutido leva em consideração apenas os quatro aquecedores em funcionamento na época. É importante mencionar aqui que, no que diz respeito à logística, o tempo para retirada de panela do aquecedor é indiferente.

Corridas por diversos motivos, com máquinas antigas, grande número de atividades realizadas por seres humanos, imprevisibilidade devido à matéria-prima.

No caso da panela 48, os três principais atrasos ocorreram nas etapas de descida de panela, do transporte e remoção de escória e da aguardo para vazamento (vide Figura 10).

No dia da ocorrência desse caso, o atraso de descida de panela estava relacionado à indisponibilidade de carros de transferência: como esses carros estavam ocupados em outros vazamentos e tratamentos secundários, foi necessário aguardar até que um deles estivesse disponível. Essa etapa, que deveria ser efetuada em 20 minutos, ocorreu em 24 minutos.

O atraso na etapa de transporte e remoção da escória teve um grande impacto no tempo de ciclo da panela 48, que demorou 24 minutos para ser liberada do lingotamento contínuo. Esse atraso ocorreu porque, ao invés de a ponte levá-la direto para a etapa de preparação de painéis, foi necessário que a panela passasse pela etapa intermediária de limpeza, devido à formação de cascão no seu fundo. Acionada a empresa contratada, ela realizou a limpeza, processo este que, quando é necessário, aumenta o tempo dessa etapa em pelo menos 10 minutos. Como essa empresa demorou um pouco para atender à demanda – demora que foi justificada pelo fato estarem cuidando de uma panela fora de ciclo e pelo tempo de deslocamento para que chegassem ao local do problema –, o tempo que se levou para efetuar essa etapa ficou em torno de 20 minutos.

O atraso na etapa de aguardo para vazamento foi devido a uma queda de lança no conversor. Quando isso ocorre, o horário previsto de vazamento é alterado até que se resolva o problema. Como foi visto, de fato o horário foi alterado até que se efetuasse o vazamento.

A panela 32 também teve impacto no seu tempo de ciclo, que foi alterado por atrasos que aconteceram em duas etapas: na preparação de painéis e no aguardo para vazamento.

Na preparação de painéis, o atraso foi resultado da troca inesperada da válvula interna. Como foi dito anteriormente, o ativador cogitou a possibilidade de ocorrer uma troca não prevista, mas realmente não a considerou. No entanto, quando a panela foi inspecionada na etapa de preparação de painéis, foi necessária a troca desse componente. Nesse caso, o atraso não resultou em quaisquer problemas, mas sabe-se de casos em que, devido à sua condição, a panela não pode ser sequer utilizada para um próximo vazamento. Isso faria com que o ativador, que contaria com aquela panela, tivesse necessidade de recorrer a uma nova opção.

O atraso no aguardo para vazamento foi devido a um atraso no carregamento de gusa e sucata no conversor, o que resultou em uma espera de 63 minutos.

Em cada uma das etapas do processo, várias são as possíveis causas que geram a variabilidade da Ala de Corridas (Tabela 12). Para os dois casos anteriormente analisados, os motivos estão destacados em negrito na Tabela 12. Também foram levantados outros motivos que podem gerar atraso na chegada das painelas para vazamento nos conversores. Como se pode ver, a maioria das possíveis causas de atrasos são imprevisíveis, o que resulta na variabilidade da área.

Tabela 12 - Motivos de atrasos nas etapas de painelas vazias

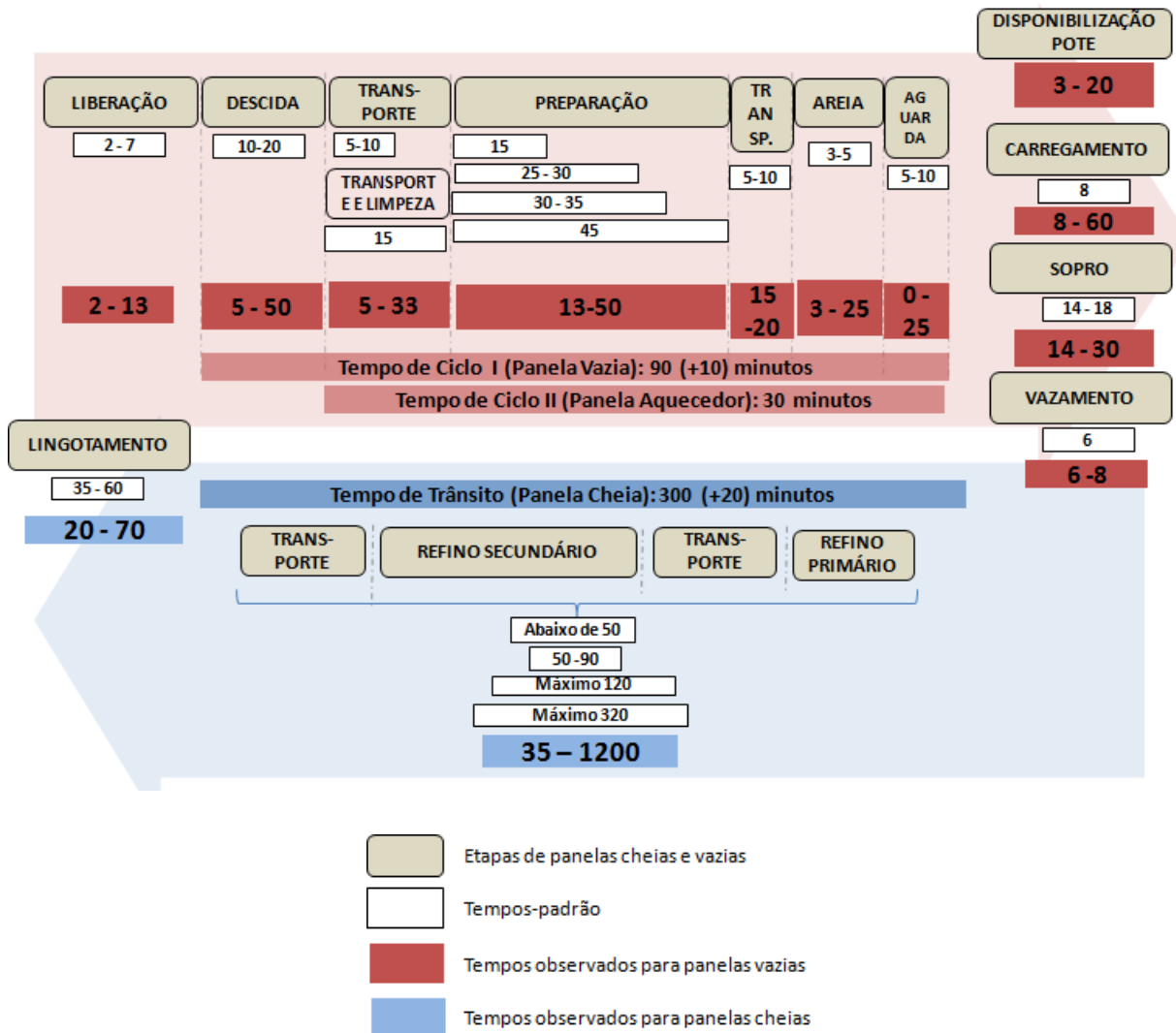
Etapas da painela vazia	Motivos de atraso
Descida da painela	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção de carro de transferência (A e FP em manutenção) • Disponibilidade de carro de transferência (B, C, carro 6 e RH ocupados) • Disponibilidade de ponte rolante (PR) <ul style="list-style-type: none"> • PRs ocupadas com subida de painela cheia • PRs ocupadas com distribuidor • Manutenção de PR • Inspeção de PR • PR aguardando liberação da máquina • Máquina trocando painela no voo • Disponibilidade do operador de ponte rolante • Local para descer painela
Transporte e remoção de escória	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade de PR <ul style="list-style-type: none"> • Manutenção de PR • Inspeção de PR • Transporte de painelas cheias • Transporte de painelas vazias • Defeito PR • Manobra de painela fora de ciclo • PR ocupada com painela na limpeza • Disponibilidade de berço na preparação de painelas • Disponibilidade operador de PR • Velocidade operador de PR (experiência) <p>TEMPO DE LIMPEZA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade da máquina de limpeza • Formação de cascão <ul style="list-style-type: none"> • Quantidade • Local do cascão • Local na Ala de Corridas para se realizar a limpeza • Disponibilidade do operador de limpeza • Necessidade da PR realizar outra manobra
Preparação de painelas	<ul style="list-style-type: none"> • Troca de componente não programada • Troca de componentes programada (válvula externa, placas, válvula interna e plugue) • Realizar projeção • Disponibilidade da máquina de projeção • Disponibilidade do material da máquina de projeção • Trocar plugue na Ala 2 • Dupla que prepara a painela

Transporte e colocação de areia	<p>TEMPO DE TRANSPORTE DE PANELA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade de PR <ul style="list-style-type: none"> • Manutenção de PR • Inspeção de PR • Transporte de panelas cheias • Transporte de panelas vazias • Defeito PR • Manobra fora de ciclo • PR ocupada com panela na limpeza <p>TEMPO DE COLOCAÇÃO DE AREIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falha do sistema automático • Escória no fundo da panela
Tempo de aguardo para vazamento (panela posicionada no carro de transferência)	<ul style="list-style-type: none"> • Queda de lança • Atraso no carregamento • Atraso no sopro • Defeito de ponte rolante • Limpeza do poço • Falta de panela • Falta de pote • Interrupção de sopro • Atraso do vazamento anterior • Queda de controle • Ressonpro

Fonte: tabela elaborada pela autora

A Ala de Corridas apresenta grande variabilidade em suas etapas de panelas cheias e vazias. A Figura 13 mostra as etapas que ocorrem para panelas vazias e cheias, os tempos-padrão para cada uma dessas etapas e os tempos reais que foram observados durante a pesquisa realizada. A preparação de panelas, por exemplo, tem tempos-padrão que duram entre 15 e 45 minutos e foram observados tempos reais entre 13 e 50 minutos. Já em relação ao tempo-padrão de descida da panela, que deveria variar entre 15 e 20 minutos, foram presenciados valores entre 5 e 50 minutos. Isso significa que não é possível prever com precisão o tempo para todas as etapas.

Figura 13 - Tempos e variabilidades da Ala de Corridas



Fonte: figura elaborada pela autora

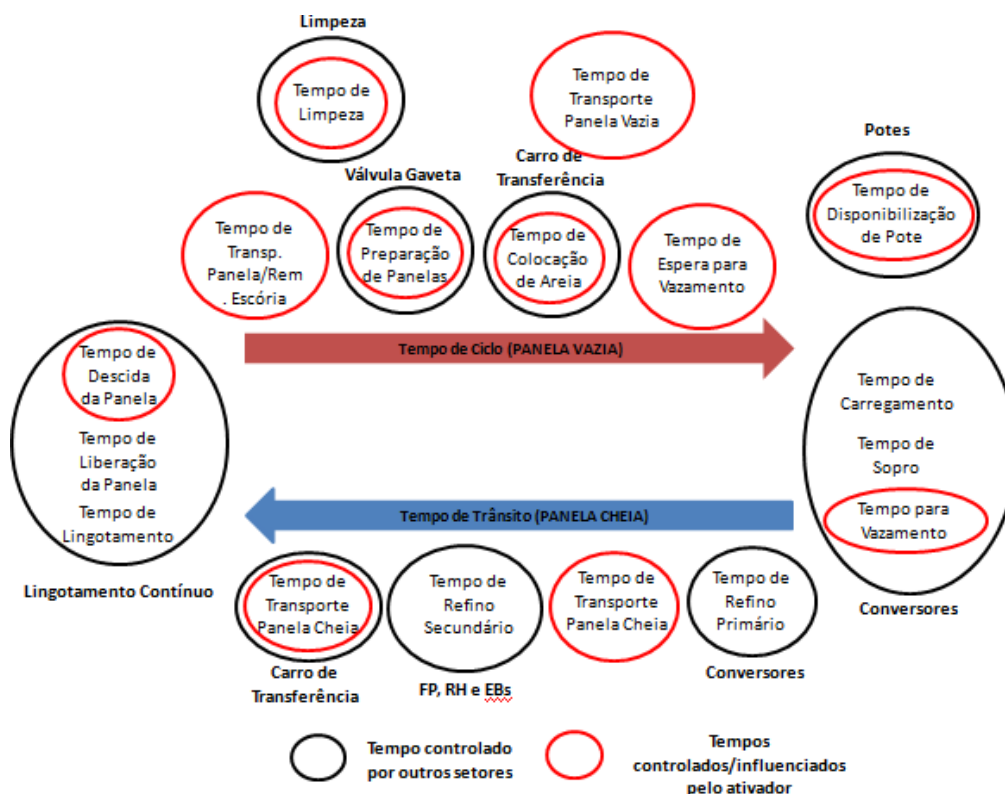
A Figura 13 mostra que para os tempos de ciclo engessado de 90 e 30 minutos há uma variabilidade enorme. Se tomarmos os extremos de cada um dos tempos reais observados, eles ultrapassam os tempos-padrão para as etapas, exatamente como aconteceu com o tempo das painelas 48 e 32. Ainda que a painela 48 tenha sofrido uma sequência de atrasos nas etapas de painela vazia e tenha sido disponibilizada no carro com 87 minutos, o atraso no conversor resultou na sua perda de ciclo.

5.4 Regulação do tempo x variabilidade

A Figura 14 mostra a natureza dos tempos na Ala de Corridas e nas respectivas áreas responsáveis. Porém, o ativador pode influenciar nessas etapas também. No caso da painela

48, ele disponibilizou o pote antes mesmo de solicitar a ponte rolante que colocasse a panela no carro para vazamento²⁸. Em outros casos, quando a área está enfrentando uma crise de potes e os responsáveis não conseguem disponibilizá-los, o ativador deve aguardar e, isso, muitas vezes, pode resultar na perda do tempo de ciclo de uma panela. O mesmo acontece com as demais etapas com a panela vazia.

Figura 14 - Número de tempos do ativador na Ala de Corridas



Fonte: figura elaborada pela autora

O ativador tem que lidar com 17 tempos para cada panela. Nos casos apresentados, os ativadores tinham oito e 12 panelas em ciclo, o que significa que precisavam lidar com os 17 tempos de todas essas panelas, concomitantemente. Era seu dever atentar a cada tempo a cada momento, para agir de forma necessária e cabível – escolhendo as panelas adequadas. Isso faz com que os ativadores tenham, no geral, uma carga de trabalho excessiva, já que para esses tempos especificamente, não contam com o apoio do sistema.

Portanto, para cada um desses tempos somam-se as possíveis causas de variabilidade de cada um deles. Visto que o operador não é a principal fonte de variabilidade, que está intrínseca no

²⁸ É de se lembrar que sempre que há vazamento de aço do conversor para a panela, é necessário retirar a escória, por meio de potes.

processo, o seu papel é a regulação na Ala de Corridas. Uma vez que todas as variabilidades do processo acabam por se concentrar em sua mão, ele trabalha buscando uma maneira de compensá-las.

A partir do que vê e sente, o ativador reage e toma decisões, dadas as condições da área. A disponibilidade ou indisponibilidade de carros de transferência significam para ele a possibilidade ou não de transportar determinada panela mais rápido. Em consequência disso, ele toma microdecisões para regulação do processo. Isso fica claro em alguns momentos presenciados no caso da panela 48, quando ela estava sendo preparada:

“Eu tô vendo que o conversor ainda não terminou o sopro e tô vendo ali [a área em que ele vê a preparação de painéis] que os operadores ainda estão atrás da panela. Quando eles vierem ali pro lado do K7, quer dizer que tá terminando e se até lá o sopro não tiver acabado, eu chamo a ponte. Se o sopro acabar daqui cinco minutos e nada, vou ter que ligar lá [para a preparação] pra andar mais rápido.” (ativador)

De sua sala, o ativador viu o local onde a panela está sendo inspecionada e, ao perceber que os operadores da preparação de painéis já estavam terminando o procedimento, acionou a ponte rolante. Nesse momento, ele falou no rádio: “Fica lá [posicionado acima da panela 48 esperando o operador liberar]”. Assim, a ponte rolante se posicionou acima da panela e os operadores terminaram o procedimento, liberando-a. Dessa forma, o processo de transporte da panela vazia e colocação de areia, que demora em torno de 10 minutos, foi realizado em apenas cinco minutos. Esse é o tipo de regulação que ele faz diariamente para executar as suas tarefas e, dessa forma, compensar a variabilidade existente na área e escolher as painéis corretas.

6. CONCEBENDO UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO

A análise da atividade realizada serve para projetar os requisitos que devem compor um sistema de apoio à decisão para o ativador. Para facilitar e melhorar o desempenho do operador na execução de suas tarefas, consideram-se dois aspectos: (1) compreender as estratégias cognitivas utilizadas pelos operadores para tomar decisões e (2) incorporar elementos em um projeto de melhorias de um sistema de apoio à decisão do qual se espera que ajude a reduzir o processo cognitivo humano e a melhorar a sua *performance* no momento da ação.

O Anexo I, na página 109, será utilizado para guiar as discussões que serão realizadas. Nesse anexo, foram selecionadas quatro atividades: (I) escolher/manter panelas em ciclo para vazamento; (II) escolher panelas de aquecedor; (III) acionar pontes rolantes para transportar panelas cheias; (IV) realizar o equilíbrio de panelas. Essas atividades, que formam um grande grupo, não podem ser transferidas para o sistema para que esse dispositivo técnico as efetue integralmente e para que o ativador passe a ser somente um vigilante do seu funcionamento. A presença do ativador continua sendo essencial para o bom funcionamento do processo.

Dentro desse grande grupo de atividades, foram selecionadas subatividades que o operador realiza e informações que ele precisa checar. Essas subatividades e informações ou podem ser integralmente realizadas e checadas por um sistema ou apenas ser transferidas parcialmente para um computador a fim de se tornarem um auxílio informático. Assim, com a facilitação gerada por um sistema, o grande grupo de atividades realizadas pelo ativador pode ser melhorado.

O Anexo I apresenta também dados referentes às subatividades/informações: as suas descrições, as situações atuais e futuras, descrevendo de que maneira elas estão sendo realizadas atualmente e propondo o que deve ser modificado. Tal anexo define a natureza da intervenção (criação de alarmes, disponibilização de informação, monitoramento e simulação); aponta as atividades remanescentes do operador e indica quais as consequências que as propostas de intervenções têm na e para a atividade do ativador.

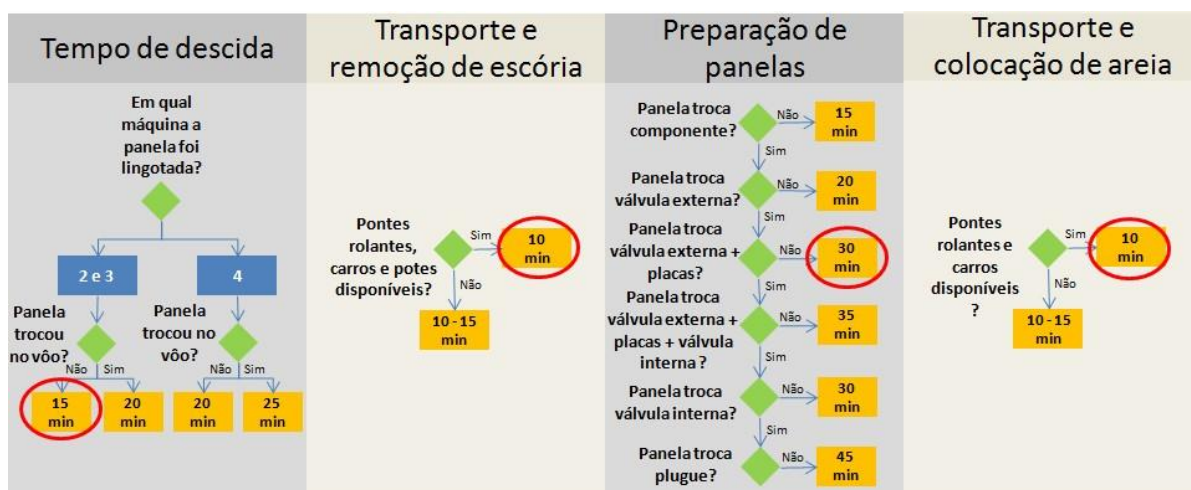
A primeira discussão terá relação com a atividade (I) escolher/manter panelas em ciclo para vazamento.

6.1 Escolher/manter painéis em ciclo para vazamento: a (in) existência de regras

A (in) existência de regras utilizadas pelos ativadores para escolher painéis para vazamento justifica o porquê de essa atividade não poder ser integralmente realizada pelo sistema.

Nos casos analisados, os ativadores fazem uma previsão relacionada ao tempo para as painéis em ciclo chegarem ao conversor. A Figura 15 mostra, em uma “árvore de regras” (SILVA E LIMA, 2000), os possíveis caminhos que eles podem seguir para determinar o tempo que a panela leva para retornar ao conversor. Em relação à panela 48, por exemplo, o caminho (circulado em vermelho) percorrido nessa árvore, levou ao somatório final do tempo de ciclo previsto – 65 minutos. As informações sobre a máquina, na qual a panela foi lingotada, sobre a restrição forno panela e a troca ou não de algum componente já podem ser encontradas no sistema utilizado pelo operador. Os tempos-padrão, nos quadrados amarelos, são os mesmos utilizados nas respectivas etapas.

Figura 15 - Regras para cada panela baseadas no tempo de cada etapa



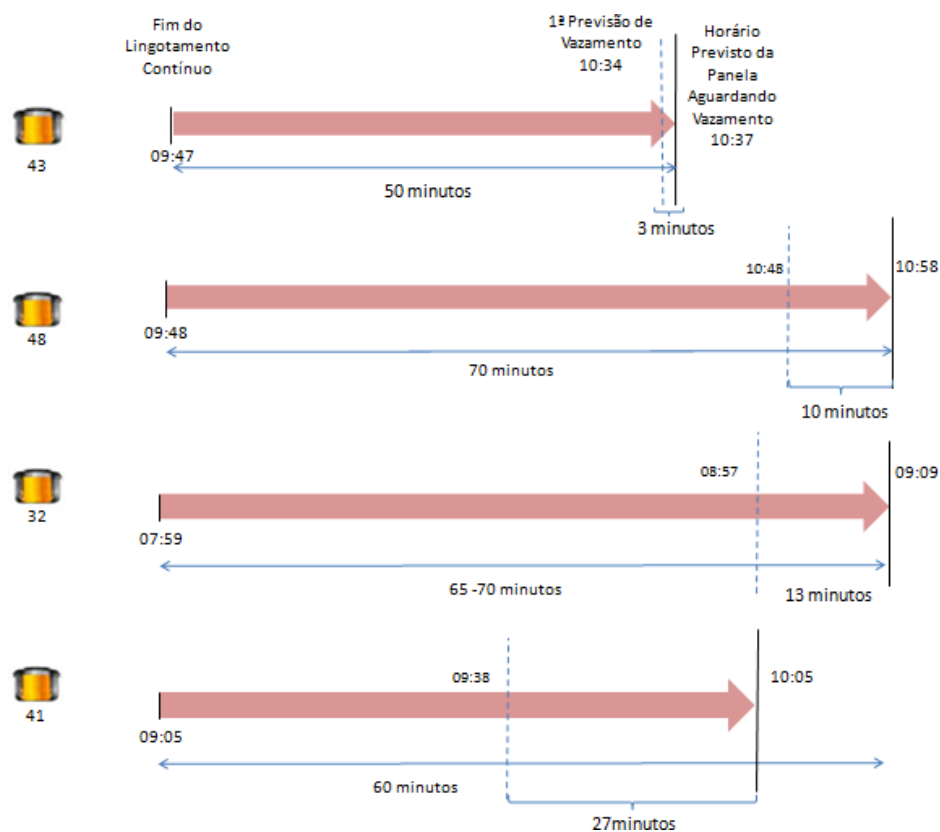
Fonte: figura elaborada pela autora

Partindo das regras explicitadas na árvore, torna-se fácil formalizá-las. Ora, se as informações são encontradas no sistema e se os ativadores usam um tempo “médio” para o transporte das

panelas, basta revertê-lo em regra lógicas configurando uma “árvore de regras”. Como vimos, em todos os casos das panelas 43, 48, 41 e 32 apresentados detalhadamente, as estimativas do tempo foram realizadas com essas regras. Mas a questão é como interpretar esse tempo que a panela leva para chegar ao conversor e ver o que é possível ser feito através de regulações.

Embora o somatório desses tempos não tenha muito segredo, é preciso analisar a Figura 16. Os ativadores realizaram a previsão do tempo para cada uma das panelas e verificaram que o horário previsto de chegada para aguardar o vazamento por eles excedia o horário da previsão de vazamento, para o qual pretendiam enviá-las: as panelas 43, 48, 32 e 41 ultrapassavam esse tempo, respectivamente em 3, 10, 13 e 27 minutos.

Figura 16 - Previsão do tempo para as panelas dos casos analisados



Fonte: figura elaborada pela autora

Por que eles decidem ou não – como no caso da panela 41 – enviar as panelas para os respectivos vazamentos? No caso da panela 43, é simples: três minutos não são tão significativos em razão da variabilidade, por exemplo. O que pode acontecer é que, se o horário previsto de vazamento for mantido, o ativador solicita ao operador do conversor que

aguarde para receber a panela, ou ao contrário, ele mesmo espera que o vazamento ocorra, como de fato aconteceu.

Os casos das panelas 32 e 48 são parecidos. A Tabela 13 mostra novamente a tela onde ele checkou os horários de vazamento e, tendo em vista que a panela ultrapassava em 10 minutos o horário programado, explica: “Eu vejo aqui [Figura 17] que os vazamentos anteriores no [conversor] C, todos foram atrasando, tá vendo? (...) Pode ser que agora vai atrasar também, por isso vai a panela 48 pra esse vazamento aí.” (ativador da Ala de Corridas)

Tabela 13 - O que o ativador vê em relação aos vazamentos anteriores do conversor

Nº da corrida	Horário previsto de vazamento	Horário real de vazamento	Nº da panela
6C	07:09	07:15	33
6C	08:08	08:17	34
6C	09:01	09:10	27
6C	10:08		46
6C	10:53		
6C	11:38		

Panelas escolhidas para os vazamentos

Fonte: tabela adaptada pela autora a partir do *print screen* da tela do SIPAN

Os horários reais de vazamentos, que foram realizados nos conversores os quais o ativador havia escolhido como destinos das panelas, estavam atrasados em relação aos previstos. O vazamento programado para as 07:09 aconteceu às 07:15, o de 08:08 às 08:17, o de 09:01 às 09:10, com atraso 6, 7 e 9 minutos, respectivamente. Mas esse atraso é uma regra?

O ativador explica que cada conversor possui uma programação entre um vazamento e outro. Essa programação dos conversores é realizada pelo ativador do conversor, e o intervalo entre os vazamentos pode variar entre 40 e 60 minutos, dependendo da produção do dia. Naquele momento, o conversor C estava sendo programados de 60 em 60 minutos, aproximadamente. Como o horário real de vazamento estava atrasado em relação ao previsto dos vazamentos anteriores, era possível ocorrer atraso nos próximos vazamentos. Uma frase dita por ele evidencia o caráter situado da ação e responde à pergunta anteriormente feita: “Mas tem que ver ao longo do tempo aí, pode não atrasar é nada, aí vou ter que ver o que fazer.”

Mesmo levando em consideração um “possível” atraso do conversor, os operadores optam pelas panelas 48 e 32. Ainda que possa haver atrasos, é melhor manter as panelas que estão em ciclo e tentar utilizá-las sempre, já que, termicamente falando são as melhores para o processo. O fundamental é que se tente manter as panelas em ciclo no número máximo possível de corridas. Então, o que o ativador faz é realmente aguardar o desencadeamento dos acontecimentos ao longo do tempo, para definir se as panelas serão realmente utilizadas nos respectivos vazamentos ou se será necessário, nesse período, recorrer a uma nova panela.

Em seguida, surge uma questão: Por que a diferença de três minutos do tempo entre a previsão de vazamento e a de horário de chegada da panela 41 é insignificante? Por que a diferença de 10 e 13 minutos entre a previsão de vazamento e a de horário de chegada requer alguma atenção? O caso da panela 32 ilustra muito bem isso. Ela terminou o lingotamento na máquina quatro e, naquele mesmo dia, uma das pontes rolantes do lingotamento esteve em manutenção o dia todo. Isso fazia com que a outra ponte do lingotamento não conseguisse chegar a essa máquina, não podendo, assim, pegar a panela e liberá-la em dois dos seis carros de transferência da Ala de Corridas. Como naquele dia todos os equipamentos da área (os três conversores, as três máquinas de lingotamento e as estações de tratamento – RH, EBs e forno panela) estavam em funcionamento –, o ativador poderia ter dificuldade em disponibilizar um desses carros rapidamente para descer a panela.

Quais as conclusões podem ser geradas a partir dessas diferenças entre os tempos previstos de vazamento e de chegada da panela? Se a questão é colocar em regras a previsão de chegada da panela, talvez pudéssemos encontrar uma margem de valores para que o sistema se ajustasse. Contudo, um fator dificulta essa questão: a variabilidade da área. Como já foi visto, essa variabilidade faz com que aquilo que acontece seja bem diferente do que realmente previsto, ou seja, são as próprias ações do ativador, após as ocorrências das variabilidades, que permitem ou não que uma panela chegue ao conversor.

Quando o ativador pensou em usar a panela 41, o tempo previsto de chegada excedia em 27 minutos o tempo previsto para vazamento. De fato, se comparada às diferenças do tempo das panelas 32 e 48 – 10 e 13 minutos -, a subtração entre esse tempo é bem destoante – 27 minutos. Naquele momento, entrava em operação a terceira máquina de lingotamento, e o ativador estava com oito panelas em ciclo e quatro no aquecedor. Ao realizar os cálculos e estimar o tempo que a panela 41 levaria para chegar ao vazamento, ele optou pela panela de aquecedor – panela 44 –, explicando que, com a entrada dessa nova máquina, seriam

necessárias 12 panelas em ciclo e, de qualquer forma, em algum momento, ele teria que recorrer às panelas do aquecedor.

E por que aquele era o melhor momento? Diante da necessidade de aumentar o número de panelas devido à entrada da terceira máquina de lingotamento e da parada da ponte rolante no lingotamento, ele poderia demorar demais para conseguir liberar a panela. Além disso, se houvesse formação de cascão, seria necessária a realização da limpeza. Essa sequência de eventos levaria a atrasos, portanto, naquele momento, não se fazia necessário correr o risco e, assim sendo, recorrer à panela do aquecedor era uma opção.

O ativador dá, ainda, o exemplo de uma situação que poderia acontecer. Ele disse que talvez fosse a sua única opção de panela a ser utilizada no vazamento. Se, por exemplo, a próxima corrida produzisse um grau de aço que exigisse uma panela sem cascão e se ele não tivesse à sua disposição uma panela no aquecedor em condição de ser utilizada ou uma panela de ciclo disponível, ele, juntamente com toda a equipe, encontraria uma forma de utilizar essa panela ou realizar um novo tipo de programação.

Seria necessário ir até o lingotamento contínuo e combinar a descida imediata da panela, programar o carro de transferência e solicitar ao operador do conversor que atrasasse um pouco o vazamento. Há casos em que a aciaria está retomando a produção em um processo em que todos – técnicos da operação, engenheiros e até mesmo gerentes – são envolvidos, para verificarem se o número de panelas é suficiente, possibilitando, com isso, a programação dos conversores e das máquinas de lingotamento.

Em síntese, o que queremos dizer é que se constatou que não é possível encontrar um “micromundo” para automatizar a atividade de escolher/manter panelas em ciclo para vazamento. Lima e Silva (2000, p.116) afirmam:

“O que, em definitivo, diferencia a atividade humana da regulação automática (por mais sofisticada que esta seja) não é a estrutura de meios e fins (de certa forma reproduzida pela mais simples malha de controle, como um termostato), mas a dinâmica sem fim que dá a riqueza a esta estrutura do comportamento humano, caracterizado pela flexibilidade, adaptabilidade, desenvolvimento e aperfeiçoamento das formas de regulação. Por isso, se quer descrever de forma exaustiva uma ação, não basta definir as suas variáveis espaciais e enumerar todos os fatos que a instruem, assim como as regras que ela segue.”

O ser humano tem uma capacidade que não pode ser atribuída às máquinas: o estabelecimento de uma relação consciente com o processo em curso que permite ao operador tomar decisões ao longo dos acontecimentos. Lima e Silva (2000, p. 116) acrescentam: “Se nos interessamos

pela ação, uma outra variável comportamental se torna crucial: o tempo. Toda ação comporta uma certa organização dinâmica que tampouco pode ser reduzida a um conjunto definido e definitivo de regras”. É isso exatamente o que o ativador faz quando escolhe painéis, ao longo do tempo e diante dos acontecimentos.

A seguir, mostraremos como os acontecimentos foram se desencadeando ao longo do tempo. Será possível perceber que o ativador lida com os fatos ocorridos de forma a tomar as decisões pertinentes. Suas ações são dinâmicas: o que ele vê, o faz agir ou não agir, sempre interpretando as situações com as quais se depara. Para tal, serão realizadas discussões aprofundadas sobre um sistema que pode auxiliar o ativador baseando-se no que ele faz hoje, em situação, utilizando ainda os casos coletados. No próximo tópico, discutiremos como as propostas de melhoria para o sistema foram realizadas.

6.2 Operacionalizando conceitos de forma aderente

Para conceber o Anexo I, as quatro atividades foram estudadas de forma similar. Primeiro, verificou-se que o grande grupo das atividades, de fato, não poderia ser executado integralmente por meio de um dispositivo técnico. Depois, foram identificadas subatividades/informações no curso da ação dos operadores e constatou-se que elas poderiam ser, integral ou parcialmente, transferidas para um sistema. Dessa forma, o desempenho do grande grupo poderia ser melhorado.

Mais que isso, foi possível igualmente classificar tais subatividades/informações em quatro naturezas de intervenção. Disponibilização de informação, monitoramento, sistemas de alertas e simulação são os tipos de intervenção a serem discutidas neste tópico. O fato de categorizar tais formas de intervenção na atividade nos mostra como fazer com que o sistema seja aderente à realidade do trabalho. Tendo em vista o que ele fez e como fez, foi possível identificar quais mudanças seriam realizadas por um sistema e como os novos elementos, que são inseridos na atividade, podem auxiliá-la e, até mesmo, potencializá-la.

É importante ressaltar aqui que essas intervenções geram consequências na e para a atividade. Mesmo que o sistema passe a realizar a atividade integralmente, a presença do ser humano ainda é necessária. Para exercer as atividades que restam, é necessário que o operador adquira experiência. Segundo Dreyfus e Dreyfus (2012), essa experiência é adquirida e advinda da prática na atividade e, quanto mais experiente, mais ele conseguirá lidar com os problemas aos quais forem confrontados.

6.2.1 Disponibilização de informações adequadas

A primeira natureza de intervenção é a disponibilização de informações de maneira informatizada, que é um tipo comumente utilizado nas empresas. Colocam-se, à disposição do operador em um sistema, todas as informações que se acredita serem necessárias para que ele realize as suas atividades. Assim sendo, há casos em que o operador que antes buscava uma informação importante através do telefone, passa a encontrá-la disponível no sistema. Ficam a cargo dele as atividades de interpretação e julgamento. Ele deve saber contextualizar a informação disponibilizada para decidir as ações adequadas que devem ser tomadas a cada momento.

Nos estudos realizados, foram identificadas 16 informações que podem ser disponibilizadas pelo sistema (ver Anexo I). Essas informações foram classificadas em dois tipos: cálculos que passam a ter o resultado final disponibilizado pelo sistema (disponibilização da informação – cálculo) e informações que ele tem de checar constantemente em outras fontes (disponibilização da informação).

Com o objetivo de mostrar como funciona a disponibilidade de informações, selecionamos quatro subatividades e/ou informações, apresentadas no Quadro 3, um recorte do Anexo I.

Quadro 3 - Situações atuais e futuras para subatividades e informações

Atividade	Sub atividades/ informações	Descrição	Situação atual *informações em negrito já se encontram no sistema	Situação futura	Natureza da intervenção	Substituição pelo sistema	Atividade remanescente	Consequências na e para a atividade
Atividade I: Escolher/manter painéis em ciclo para vazamento	(1) Cálculo do tempo de ciclo de cada panela a cada instante	O ativador precisa saber, a cada momento, qual o tempo de ciclo acumulado da panela para decidir qual panela será escolhida para o vazamento.	Calculado mentalmente pelo ativador, a partir do horário de fechamento da máquina no Lingotamento Contínuo , a cada momento.	O sistema calcula o tempo de ciclo com o passar do tempo.	Disponibilização de informação - Cálculo	- Integral	Interpretação do tempo de ciclo de cada panela a cada instante para determinar o destino da panela, evitando que atinja o tempo de ciclo-padrão. Antecipar vazamento em panela acima do tempo de ciclo-padrão permitido.	O ativador não mais irá se preocupar em calcular qual o tempo de ciclo de cada panela em ciclo a cada momento. O cálculo realizado pelo sistema evita contas erradas e passa a ser exato.
	(4) Checagem do horário previsto de carregamento de sucata e gusa em cada conversor	Quando o horário de vazamento do conversor está atrasado e ainda não houve carregamento de gusa e sucata, o ativador precisa saber o horário da previsão do carregamento de gusa e sucata para prever o horário de vazamento.	O ativador vê que o horário de vazamento do conversor está atrasado e, quando não vê nas câmeras de vídeo que o conversor foi carregado, liga para o conversor para saber do horário previsto de carregamento.	O sistema disponibiliza o horário previsto de carregamento de sucata e gusa para o ativador, já que esse horário está no sistema utilizado pelo conversor.	Disponibilização de informação	Integral	Interpretação do horário previsto de carregamento para escolher a panela que irá para determinado conversor.	O ativador passa a ter informações precisas do horário de carregamento e gusa, diminuindo o número de ligações a serem realizadas para os operadores do conversor.
Atividade II: Acionar pontes rolantes para transportar painéis cheias	(15) Cálculo do tempo de transporte de painéis cheias entre conversores, estações de tratamento e máquinas do lingotamento contínuo.	O ativador precisa saber o tempo que ele tem para transportar as painéis entre conversores, estações de tratamento e máquinas do lingotamento para acionar as pontes para transportar as painéis dentro dos horários programados.	O ativador calcula mentalmente o tempo que ele tem para transportar as painéis da sua origem ao destino a partir do tempo de trânsito e do tempo de tratamento de cada panela, de forma a levá-las dentro dos horários programados. Eles podem obter essa informação via rádio/telefone pelos demais operadores.	O sistema calcula o tempo de transporte de painéis cheias	Disponibilização da informação - Cálculo,	- Integral	Interpretação do tempo de transporte entre as estações para priorizar manobras com pontes rolantes. Antecipar atrasos e cortes de sequência.	Para calcular o tempo para transportar as painéis cheias, entre conversores, estações de tratamento e máquinas de lingotamento contínuo, o ativador consegue coordenar as pontes rolantes de forma a priorizar determinadas manobras. Isso evita que ele tenha mais um cálculo para realizar e contribui com a regulação do tempo.
	(16) Checagem da temperatura ideal e real do aço nos conversores e nas estações de tratamento	Com a informação de temperatura em cada estação (conversor, FP e RH), o ativador consegue programar-se de forma a transportar as painéis mais rapidamente, evitando perda de temperatura.	O ativador não tem acesso a essa informação. Pode ser informado através do telefone quando solicita ou quando os operadores das outras estações solicitam que a panela seja enviada mais rápida.	O sistema disponibilizará as informações de temperatura ideal e real do aço nos conversores.	Disponibilização de informação	Integral	Vigilância da temperatura. Interpretar a diferença entre a temperatura ideal e real do aço nos conversores para antecipar-se e levar as painéis ao seu destino antes do horário programado.	Auxílio no trabalho coletivo, evitando que os operadores dos conversores e das estações de tratamento tenham que ligar solicitando a panela.

Fonte: tabela elaborada pela autora

6.2.1.1 Disponibilização da informação – cálculo

Na escolha de painéis, algumas informações já estão disponíveis para o ativador (Tabela 14). Como vimos, ele seleciona painéis baseando-se nas informações sobre a panela e a programação de produção. Para realizar a estimativa do tempo de chegada ao conversor, usa as informações do sistema, como mostra a Tabela 14. Então, quando ele confere no sistema se é preciso que algum componente da panela seja trocado, nos casos das painéis 48 e 32, ele encontra a informação de que os componentes válvula externa e placas serão trocadas – grifadas na tabela -, pelo fato de sua vida atual ser igual à vida limite, ou seja, seis corridas permitidas foram realizadas. Porém, há outras informações que ainda são obtidas de outras formas, como veremos adiante.

Tabela 14 - Informações encontradas no sistema

Número da panela	48	32	
Horário real fim do lingotamento contínuo	09:48	07:59	
Horário da perda de ciclo da panela	11:18	09:29	
Vida dos componentes (atual/limite)	Revestimento	133/135	33/135
	Sede de plugue	27/135	33/135
	Plugue	27/135	15/53
	Sede de válvula	27/53	33/135
	Válvula interna	73/135	15/24
	Válvula externa	06/06	06/06
Placas	06/06	06/06	
Restrição	Forno Panela	Não tem	
Horário previsto para vazamento	10:48	08:57	

Fonte: tabela reproduzida a partir do *print screen* da tela do SIPAN

Foi observado que o ativador, a cada instante, calcula o tempo de ciclo (subatividade 1 do Quadro 3). Ele tem o horário real do fim do lingotamento, momento em que a panela fica disponível novamente para vazamento. Sendo disponibilizado esse horário, o ativador passa a calcular o tempo de ciclo acumulado. O lingotamento da panela 48 terminou às 09:48. Em

vários momentos, ele checou no relógio o horário real, calculando quanto tempo já havia passado, isto é, se eram 10:30, haviam passado 32 minutos. Além dessa panela, naquele momento mais duas panelas estavam em ciclo e sendo controladas por ele. O ativador também tem disponível o horário da perda de ciclo, às 11:18. Com isso, ele pode ver quando o horário real está se aproximando desse horário de perda. O cálculo do tempo de ciclo acumulado a cada momento permite que ele decida qual panela será utilizada em cada vazamento, evitando escolher uma panela que irá exceder o tempo-padrão de 90 minutos.

O cálculo do tempo de ciclo acumulado poderia passar a ser feito pelo sistema. O ativador não precisaria, pois, de ficar calculando esse tempo para todas as panelas, o que traria um alívio do esforço cognitivo, permitindo que o operador possa se concentrar nas demais atividades. O esforço cognitivo, necessário devido à falta do suporte informatizado, passa a ser realizado pelo sistema. Um dos ativadores se posicionou quanto a essa intervenção, mostrando que ela, além de útil, é também necessária: “Põe esse tempo de ciclo [acumulado] aí pra gente, vai ajudar muito. Tá faltando isso aí. Tenho que ficar pensando o horário, quanto tempo tem, vai ajudar...”.

Para atividades como o cálculo, a ajuda de um dispositivo técnico é bem-vinda. Uma máquina faz esse tipo de operação melhor do que um ser humano. Com isso, podem ser evitadas contas erradas, e o cálculo deste parâmetro passa a ser mais exato. Em um dos nossos acompanhamentos realizados na área, um dos ativadores se assustou ao deparar com uma panela, que, há 30 minutos acima do tempo permitido, estava posicionada no carro de transferência, aguardando o vazamento. Ele e o supervisor, presente no momento, inspecionaram a panela para optar em mantê-la ou não no vazamento e, ao retornarem ao computador, constataram que o ativador havia calculado erradamente a conta tempo de ciclo acumulado. Segundo ele, esse erro decorreu do grande número de atividades a serem exercidas no momento. O ativador cometeu o erro devido ao horário real em que se iniciou o tempo de ciclo.

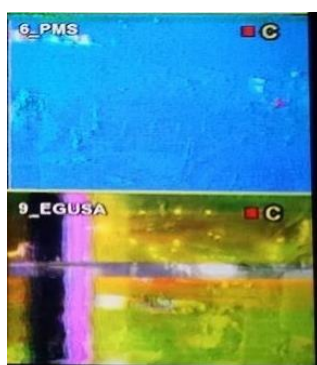
A atividade de cálculo realizada pelo ativador pode ser integralmente feita pelo sistema, mas não o elimina do seu posto. No caso do cálculo do tempo de ciclo acumulado, ele precisa ainda interpretar o tempo disponibilizado para determinar o destino da panela. Assim, pode antecipar-se para evitar que haja vazamento em uma panela acima do tempo de ciclo-padrão permitido. Abordaremos esse assunto com mais profundidade em tópico posterior.

6.2.1.2 Disponibilização da informação

Às vezes, o operador precisa buscar as informações em seu meio de trabalho para conseguir alcançar seus objetivos. Vejamos a checagem do horário previsto de carregamento de sucata e gusa do conversor (subatividade 4 do Quadro 3). Através das Figuras 10, 11 e 12, podemos ver que os horários de previsão de vazamento vão se atualizando com o tempo. No caso da panela 48, foram três previsões do horário de vazamento, antes de ocorrer vazamento real nessa panela: a primeira previsão era que ele ocorresse às 10:48, foi atualizada pelo sistema para as 10:59 e, por fim, para as 11:39. O horário de previsão do vazamento permite que o ativador possa escolher as painéis para vazamento. À medida que esses horários vão se atualizando (ou não), o ativador define as estratégias que utilizará e qual panela enviará para vazamento.

Através das câmeras de vídeo, que mostram os carregamentos de sucata e gusa, o operador acompanha essas atividades (Figura 18)²⁹. Quando ele viu a ponte rolante passando para carregar a sucata e o gusa, ele sabia que, a partir desse momento, teria início o processo no conversor e estimou que, em vinte minutos, haveria o vazamento. Essa informação é muito importante, porque é uma referência do horário previsto de vazamento para o ativador e, com isso, ele decide qual panela enviar para o conversor.

Figura 17 - Câmeras de vídeo com imagens do carregamento de sucata e degusa



Fonte: foto tirada pela autora

Seria um auxílio para o ativador ter ciência do horário previsto dos carregamentos de sucata e gusa. Quando o horário de vazamento está atrasado, ele fica sem referência em relação ao momento desse vazamento. Tendo disponível essa informação sobre os carregamentos, ele

²⁹ Atualmente, essas duas telas não funcionam bem. Por causa do mau contato da câmera instalada na área, nem sempre é possível ver com clareza a imagem da câmera. Para obter informações de carregamento com mais precisão, os ativadores utilizam o telefone para confirmá-las com o ativador dos conversores.

não ficaria tão perdido e a busca por essa informação através das imagens se tornaria desnecessária.

Além disso, ao conceber um sistema, há de se ter certo cuidado com a disponibilização de informações. É necessário que o sistema apresente apenas informações relevantes e que, de fato, sejam aquelas realmente utilizadas pelos operadores. Caso contrário, projeta-se um sistema com muitas informações que não fazem sentido algum para o operador, tornando lento esse sistema e fazendo com que ele tenha que recorrer a outras fontes para preencher as lacunas – por mais paradoxal que seja – da falta de informações.

6.2.1.3 A transformação da atividade

Disponibilizar uma informação gera uma transformação da atividade. Vejamos o exemplo do cálculo da checagem da temperatura ideal e real do aço nos conversores (subatividade 16 do Quadro 3), que é classificada como uma subatividade da atividade II, de acionar pontes rolantes no transporte de panelas cheias.

O sistema pode auxiliar o ativador na obtenção das informações sobre a temperatura do aço medida nas estações de tratamento e nos conversores. Atualmente, ele não tem acesso a essa informação no sistema e, portanto, não sabe quais temperaturas foram registradas nessas etapas. No mesmo dia em que foi relatado o caso da panela do aquecedor, o operador do forno panela ligou para o ativador, solicitando que levasse, mais rapidamente, uma das panelas que já estavam cheias para tratamento. Esse ativador foi informado de que a temperatura real do aço medida no conversor estava abaixo da esperada, o que é um problema no processo. Levando a panela para tratamento mais rapidamente, era possível compensar essa temperatura.

Em consequência da disponibilização do valor da temperatura em cada estação pelo sistema, é importante lembrar a mudança gerada na atividade do ativador. De fato, ter disponível essa informação seria proveitoso, uma vez que ele não precisaria mais ser sempre avisado quanto a isso. Porém, seria uma variável a mais para o ativador vigiar³⁰. Ou seja, atentando às temperaturas reais e ideais nas estações de tratamento, para definir se transporta mais rápido, ou não, as panelas cheias, ele conseguiria antecipar-se no transporte delas, como também adiantar-se a um corte de sequência.

³⁰ A atividade de vigilância será explicada com mais detalhes posteriormente.

As máquinas de lingotamento são programadas de forma a receber uma sequência de painéis dentro no horário programado e na temperatura especificados. Se essa sequência é interrompida – o corte de sequência –, a máquina de lingotamento para de funcionar, levando pelo menos uma hora e 30 minutos para retornar à operação. Isso tem um custo altíssimo para a empresa. A vigilância em relação a essa informação é uma forma de tentar evitar que esse problema ocorra. Esse tipo de atividade será discutido posteriormente, mas é necessário ter sempre em mente como um dispositivo técnico transforma a atividade.

Outro exemplo é a subatividade de cálculo do tempo de transporte das painéis cheias (subatividade 15 do Quadro 3). Não vamos detalhar aqui como definimos essa atividade a partir do curso da ação, mas é possível mostrar como a sua execução, através do sistema, altera a atividade humana. Se o sistema passa a calcular o tempo para transportar painéis cheias e vazias, faria com que a atividade de regulação do tempo, desempenhada pelo ativador, fosse melhorada. O fato de que o sistema estaria indicando o tempo que ele tem para levar as painéis cheias de uma estação à outra, permitiria que o operador pudesse priorizar manobras importantes na área e antecipar-se a atrasos e a cortes de sequência.

6.2.1.4 Informações dispostas na mesma tela

As principais informações para a operação da Ala de Corridas devem estar concentradas em uma única tela. A presente pesquisa não chegou ao nível de desenvolvimento do *design* da tela a ser apresentada para o operador, mas foram observadas informações dispersas em mais de uma tela. Por consequência, o ativador navega por duas telas principais, nas quais ainda clica em algumas funcionalidades para diversas “situações características” (THEUREAU, 2014).

Figura 18 - Telas do sistema

(1)

Obs.	Cor. dia	Nº Corrida	Grau Aço	Id. MK	Cor. Seq	Prev. Vaz	Real Vaz	Nº Pan.	EB	RH	FP	Prev. Aber	Real Aber	Trânsito	Trâns. da Pan.	Prev. Fech.	Real Fech.	Tempo Ling.
	1	6A4147	2	MK4	4	00:03	-	-	EB2	-	-	01:17	-	74	-	01:58	-	-
	3	6A4148	2	MK2	19	00:53	-	-	EB1	-	-	02:04	-	71	-	02:50	-	-
*	14	6C4271	2	RRR	-	07:09	07:15	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	6B4527	2	MK4	5	07:35	07:44	28	-	X	-	09:51	09:54	130	130	10:31	10:29	35
	16	6C4272	2	MK3	2	08:08	08:17	34	E2L	-	-	09:50	09:50	93	93	10:46	10:45	55
*	17	6B4528	2	MK3	3	09:00	09:02	50	-	X	-	10:48	10:48	106	106	11:44	-	20
	18	6C4273	2	MK4	6	09:01	09:10	27	E2O	-	-	10:32	10:32	82	-	-	-	-
	19	6B4529	2	MK4	7	09:49	09:53	41	E2L	-	-	11:12	-	79	-	-	-	-
	20	6C4274	2	MK3	4	10:08	10:13	46	-	X	-	11:47	-	94	-	-	-	-
	21	6B4530	2	MK4	8	10:46	10:59	43	EB2	-	-	11:49	-	50	-	-	-	-
	22	6C4275	2	MK4	9	10:58	-	48	EB2	-	-	12:29	-	91	-	-	-	-
	23	6C4276	2	MK4	10	11:43	-	-	EB2	-	-	13:15	-	92	-	13:58	-	-
*	24	6B4531	2	MK3	5	11:44	-	-	-	X	-	12:52	-	68	-	13:54	-	-
	25	6C4277	2	MK4	11	12:28	-	-	EB2	-	-	14:01	-	93	-	14:44	-	-
	26	6B4532	2	RRR	-	12:29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	27	6C4278	2	MK2	1	13:13	-	-	EB1	-	-	14:33	-	80	-	15:29	-	-
	28	6B4533	2	RRR	-	13:14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	6C4279	2	MK2	2	13:58	-	-	EB1	-	-	15:32	-	94	-	16:24	-	-
	30	6B4534	2	MK3	7	13:59	-	-	EB2	-	-	15:00	-	61	-	15:49	-	-
	31	6B4535	2	MK3	8	14:44	-	-	EB2	-	-	15:52	-	68	-	16:41	-	-

Horário do fim de lingotamento
10:45

(2)

The screenshot displays a 3D perspective view of a steel mill's production line. Various stations are labeled, including 'REFRATAMENTO', 'DEMOLIÇÃO', 'LIMPEZA', 'CHARUTÃO', 'AQUECEDORES', 'COLOCAÇÃO DE AREIA', 'PRE-ÁQUEC.', 'M. MECÂNICA 1', 'PREPARAÇÃO PAN. (VG)', and 'M. MECÂNICA 2'. A table titled 'Perda Ciclo' is overlaid on the left side of the interface. The table has columns for 'Painela', 'Previsto', 'Real', and 'Folga'. The row for panel 34 is highlighted, showing a 'Real' time of 12:15. A text box in the center of the interface states 'Horário da perda de ciclo da painela 12:15'. At the bottom of the interface, there are labels for 'MCC 1', 'MCC 2', 'MCC 3', 'EB2', and 'EB1'.

Painela	Previsto	Real	Folga
33	RRR	-	-
48	11:18	-	-28
28	11:59	-	-
34	12:15	-	-
27	12:39	-	-
50	13:14	-	-
41	13:16	-	-
43	13:56	-	-
46	14:19	-	-

Fonte: *print screen* das telas SIPAN

A Figura 19 mostra as duas principais telas acessadas pelo ativador. Sempre que ele vê o horário de fim do lingotamento contínuo na tela (1), ele acessa a tela (2), na qual abre a aba em azul, “Perda Ciclo”, para verificar o horário da perda de ciclo da painela. Como na figura, ele vê que o horário final do lingotamento foi às 10:45 (tela 1) e checa o horário da perda de

ciclo da panela, às 12:15 (tela 2). Ele repete essa ação para todas as painéis que chegaram ao fim do lingotamento contínuo. No caso da panela 32, essa ação, durante uma hora, foi observada 10 vezes, para diferentes painéis. Ele o fazia para se lembrar qual horário era o fim do tempo de ciclo.

Além disso, a tela 2 dá uma visão geral da localização das painéis para o ativador. Essa tela é muito interessante por apresentar um *layout* exato da Ala de Corridas. Como alguns pontos da área possuem sensores que rastreiam e identificam as posições das painéis, o ativador consegue, no sistema, ver exatamente onde elas estão localizadas. Isso permite que ele não tenha que memorizar essas informações.

É importante que as principais informações utilizadas pelos operadores estejam disponíveis em uma tela principal. Dado o número de atividades realizadas por eles e dos cliques durante seu curso da ação, dispor das principais informações de que ele precisa em uma única tela fariam com que essas ações repetitivas sejam eliminadas. Essa única tela permitiria, igualmente, que ele conseguisse fazer uma leitura geral da situação da área, com todas as informações de que precisa.

6.2.2 Vigilância ou monitoramento: diferenciar os conceitos para aplicá-los na prática

Existe uma diferença entre a vigilância e o monitoramento. O monitoramento pode ser realizado por um sistema, enquanto a vigilância é uma atividade que o ser humano é capaz de realizar. No monitoramento, as variáveis podem ser controladas por um sistema e, caso elas ultrapassem um valor pré-determinado, o sistema aponta essa extrapolação. Um operador que tenha que vigiar o nível da água em um posto de controle do sistema de distribuição de água, por exemplo, pode ter o seu trabalho facilitado por um sistema através de monitoramento. Quando controla o nível de água, um sistema automatizado avisa no momento em que a água atinge o valor máximo permitido, indicando que o reservatório vai transbordar. Assim, para resolver o problema de transbordo, espera-se uma ação do operador após o aviso (SOARES E LIMA, 2006).

O conceito de vigilância parece ser ainda incompreendido na prática. A ideia que se tem, ao introduzir um sistema de monitoramento em um processo produtivo, é a de que o operador é visto como um mero vigilante do sistema. Acredita-se que ele está ali apenas vigiando o sistema e exercendo uma atividade que é reativa. Se nada acontece, parece que ele nada faz. No caso do nível de água, o operador é avisado pelo sistema do nível da água e deve agir. Mas

na prática, a atividade de vigilância é bem mais complexa do que aquela apenas de reagir aos avisos dos automatismos quando um fato ocorre. Isso significa que a atividade de vigilância não pode ser meramente reduzida ao monitoramento por meio de dispositivos técnicos, de processamento de sinais e de autodiagnóstico: a atribuição de sentido ou significado dos dados é a essência da atividade de vigilância (SOARES E LIMA, 2006).

Eventos imprevistos que acontecem na área mostram como a vigilância se diferencia do monitoramento. A atividade do operador ganha importância exatamente quando ele lida com problemas imprevisíveis e ela se desloca para um trabalho indireto, que é o de supervisionar, antecipar e diagnosticar as falhas do sistema técnico. O operador não apenas lê as medidas dos níveis de água e as comunica aos operadores responsáveis, mas também evita que o reservatório transborde ou que falte água para a população. Ou seja, antes que os níveis máximos permitidos de controle da água sejam atingidos, o operador exerce uma atividade para evitar que esse tipo de situação aconteça. Se o nível de água de um reservatório está aumentando devido à vazão dos reservatórios que o alimentam, o operador liga para o operador da área solicitando que diminuam essa vazão ou até mesmo fechem os reservatórios (SOARES E LIMA, 2006). Os autores afirmam:

“A diferença crucial é que o controle do nível é **reativo**, funciona por feedback, enquanto a atividade do operador é de **antecipação**: previne estados indesejáveis e faz com que estados futuros se realizem. Na retroação, o estado atual define o comportamento da bóia [no reservatório de água] nos limites do programado (nível máximo/mínimo); enquanto na atividade do operador, o estado futuro, desejado, define o seu comportamento em função de um objetivo para além do programado” (SOARES E LIMA, 2006, p.4 – grifo da autora)

Em suma, o monitoramento é reativo, ao passo que a vigilância é uma atividade de antecipação. A seguir, veremos como operacionalizar esses conceitos para que o sistema possa auxiliar o ativador na atividade de vigilância.

6.2.2.1 O sistema como auxílio para a vigilância através do monitoramento

O Quadro 3 servirá como apoio para promover as discussões que se seguem. Nele, estão contidas as situações atuais e futuras das subatividades do ativador referentes à atividade I de escolher/manter painéis em ciclo para vazamento. Além disso, é possível ver também quais as situações futuras propostas, assim como o tipo de substituição, parcial ou integral, e as atividades remanescentes devido às alterações propostas. A atividade do cálculo do tempo de

ciclo acumulado (subatividade 1 da Quadro 4) já foi discutida anteriormente, mas a utilizaremos dando continuidade às discussões.

Quadro 4 - Situações atuais e futuras para atividades de monitoramento e vigilância

Atividade	Subatividades/ informações	Descrição	Situação atual *informações em negrito já se encontram no sistema	Situação futura	Natureza da intervenção	Substituição pelo sistema	Atividade remanescente	Consequências na e para a atividade
Atividade I: Escolher/Manter painelas em ciclo para vazamento	(1) Cálculo do tempo de ciclo de cada panela a cada instante	O ativador precisa saber, a cada momento, qual o tempo de ciclo acumulado da panela para decidir qual panela será escolhida para o vazamento.	Calculado mentalmente pelo ativador, a partir do horário de fechamento da máquina no lingotamento contínuo , a cada momento.	O sistema calcula o tempo de ciclo a cada instante.	Disponibilização de Informação	Integral	Interpretação do tempo de ciclo de cada panela a cada instante para determinar o destino da panela, evitando que atinja o tempo de ciclo padrão. Antecipar vazamento em panela acima do tempo de ciclo-padrão permitido.	O ativador não mais irá se preocupar em calcular qual o tempo de ciclo de cada panela em ciclo a cada momento. O cálculo, ao ser realizado pelo sistema, evita contas erradas e o cálculo desse parâmetro passa a ser exato.
	(2) Vigilância do tempo de ciclo de cada panela quando se aproxima do tempo-padrão permitido para vazamento	O ativador precisa saber, em tempo real, se o tempo de ciclo está se aproximando do tempo de ciclo-padrão permitido (90 minutos) para saber se troca ou mantém a panela escolhida.	Com base no tempo de ciclo calculado pelo próprio ativador e do horário do próximo vazamento , o ativador fica vigiando se o valor está ou não se aproximando do tempo permitido para saber qual ação tomar: mantém ou troca a panela escolhida?	Como o limite-padrão é 90 minutos, o sistema monitora o tempo de ciclo e alerta ao ativador quando esse tempo estiver com 70, 80 e 90 minutos.	Monitoramento e Alerta Informativo	Parcial	Interpretação dos alarmes para decidir se mantém ou troca a panela dos conversores. Antecipação de vazamento em panela acima do tempo de ciclo-padrão permitido.	Com o alerta, o ativador tem o auxílio informático do tempo de ciclo a cada momento, alertando-o em momentos estratégicos, evitando que essa informação passe despercebida, devido ao grande número de atividades. Diminui o número de variáveis que ele deve monitorar. Ajuda ao ativador a verificar com o conversor a possibilidade de troca de panela.
	(3) Vigilância do horário de carregamento de gusa e de sucata de cada conversor	Se o horário de vazamento no sistema está atrasado, o ativador, através do carregamento de gusa e sucata, passa a saber que o processo no conversor se iniciou e, com isso, o vazamento logo ocorrerá. Assim, ele decide qual panela enviar, em função do tempo que tem.	Através das câmeras de vídeo que mostram imagens do carregamento de gusa e sucata, o ativador consegue ver se houve o carregamento ou não. Se vê no momento exato, ele olha o horário e memoriza. Se não, ele pode ligar para o conversor e checar o horário real.	Sistema alerta quando houver o carregamento de gusa e sucata e disponibiliza a informação do horário real de carregamento de sucata e gusa.	Disponibilização da Informação, Monitoramento e Alerta Informativo	Parcial	Definir qual a panela irá para o determinado vazamento em função do horário real de carregamento de gusa e sucata no conversor. Antecipação de vazamento em panela acima do tempo de ciclo-padrão permitido.	O ativador conseguirá ter a informação do carregamento de gusa e sucata no exato momento em que ele ocorrer. O sistema diminui a quantidade de variáveis as quais ele tem que monitorar. Auxílio no trabalho cooperativo.
(6) Monitoramento da interrupção de sopro de cada conversor	A interrupção no sopro significa para o ativador atraso no vazamento do conversor e possibilidade de troca de panela.	Através das câmeras de vídeo/olhando fisicamente para o conversor, o ativador consegue saber se o sopro foi interrompido. Como ele tem outras atividades, pode identificar tardiamente esse elemento, perdendo a referência de quando ocorreu.	O sistema monitora o sopro do conversor e alerta o ativador da interrupção de sopro.	Monitoramento e Alerta para eventos	Integral	O ativador, diante da interrupção de sopro, pode optar por manter ou trocar a panela a qual ele já havia escolhido.	O ativador tem a informação de interrupção de sopro no momento em que ela ocorre, evitando que tenha que monitorar essa variável. Auxílio no trabalho coletivo.	

Em relação ao tempo de ciclo acumulado, o ativador exerce uma atividade de vigilância (subatividade 2 do Quadro 4). À medida que o tempo de ciclo vai se acumulando, ele precisa saber em tempo real se esse tempo acumulado está se aproximando do padrão (90 ou 30 minutos). Assim, ele consegue definir o destino da panela para vazamento. Então, comparando o tempo de ciclo acumulado com o horário de vazamento programado no conversor, o ativador analisa continuamente se a panela irá para vazamento ou se irá escolher outra panela. No caso da panela 48, por exemplo, a aproximação do tempo de ciclo dos 90 minutos não significou para ele uma possível troca de panela, ao contrário do caso da panela 32.

Ao se aproximar os 70 minutos de ciclo para a panela 32, o ativador entrou em contato com o operador do conversor. Dado que ela já estava posicionada no carro de transferência e o tempo de ciclo dela se aproximava dos 90 minutos, ele ligou, mais uma vez, para o conversor para verificar a possibilidade de trocar a panela: “Eu tenho outra panela aqui, cara, essa aí vai perder [o tempo de ciclo] quando vazar [...] mas eu tenho outra panela, dá pra trocar”.

O ativador iria escolher uma panela do aquecedor quando o conversor estivesse pronto para vaziar o aço. Como tinha outra opção de panela para vazamento, ele ligou para o operador do conversor com o intuito de comunicar essa outra opção e perguntar se era possível trocar a panela. Ele não pode efetuar uma troca de panela sem comunicar ao conversor porque os cálculos de temperatura de vazamento são realizados em função do tempo de ciclo. O operador do conversor pediu que fosse mantida a panela que já estava posicionada. Mesmo com outra opção - julgada pelo próprio ativador como melhor -, não estaria com tempo de ciclo excedido no momento do vazamento. Ele opta, então, por mantê-la, dado o pedido do operador do conversor.

O ativador consegue antecipar-se à ocorrência de um vazamento na panela que esteja com o tempo de ciclo acima do tempo permitido. Então, a atividade de trocar ou não uma panela de acordo com o seu tempo de ciclo não é reativa. Ele não pode aguardar que ela chegue aos 90 minutos para decidir se faz a troca ou não. Suponhamos que ele obtivesse essa informação aos 90 minutos apenas quando atingisse esse tempo. Se a panela ainda não tivesse recebido o vazamento ainda, ele poderia não ter uma panela disponível que chegasse no horário correto. Ele precisa se organizar para acionar pontes rolantes.

Algo semelhante ocorre para a atividade de carregamento de sucata e gusa no conversor (subatividade 3 do Quadro 4). Através das câmeras de vídeo que mostram imagens do carregamento de gusa e sucata no conversor, o ativador consegue ver se houve esse carregamento ou não. Isso é importante porque, ao obter a informação de que o carregamento foi realizado, ele sabe que logo o vazamento terá início. Assim, ele consegue decidir qual panela irá para o vazamento. O recurso das câmeras de vídeo é importante, já que o horário previsto de vazamento no sistema muitas vezes não é atualizado. Por isso, o ativador perde a referência desse horário, do qual ele precisa ter conhecimento para contrapô-lo ao tempo das panelas em ciclo disponíveis, de maneira a enviar ou não enviar uma panela que esteja dentro dos 90 minutos.

A atividade de vigilância pode ser auxiliada de forma parcial por um sistema. Nas duas atividades de vigilância, anteriormente discutidas, vimos que há possibilidade de o operador antecipar-se à ocorrência de um vazamento em uma panela acima do tempo de ciclo. Por isso, não é possível que essa atividade seja integralmente realizada por um sistema. Mas nada impede que um dispositivo técnico seja considerado na atividade, como Bainbrigde (1987, p. 776) diz: “É humanamente impossível manter a atenção visual efetiva em direção a uma fonte de informação em que pouca coisa acontece ou quando há muita coisa acontecendo ou no monitoramento de anormalidades.” Como há muitas variáveis a serem controladas pelo operador, o sistema pode auxiliar a sua atividade.

Um monitoramento realizado pelo sistema é uma forma de ajudá-lo nas duas atividades de vigilância acima explicitadas. Como foi visto, aos 70 minutos o ativador cogita trocar a panela. Assim, é possível fazer com que o sistema avise o ativador aos 70, 80 e 90 minutos para que ele possa definir se mantém ou não a panela.³¹ Ademais, ele monitora os carregamentos de sucata e gusa através de imagens e não tem a informação precisa do horário em que esses carregamentos ocorreram, a menos que confronte a imagem real com a informação do relógio. O sistema, portanto, realizaria o monitoramento do tempo de ciclo acumulado e dos carregamentos de gusa e sucata.

Se, de um lado o ativador tem subatividades de vigilância, por outro lado, ele monitora a interrupção de sopro de cada conversor (atividade 6 do Quadro 3). A interrupção no sopro significa para o ativador atraso no vazamento e possibilidade de se trocar ou manter uma panela. Como esse processo não pode ser previsto, o operador não consegue antecipar-se a ele

³¹ Os alarmes serão explicados com mais detalhes posteriormente.

e, com isso, precisa ser informado quanto ao fato. Atualmente, ele identifica uma interrupção de sopro olhando as câmeras de vídeo com as imagens ou o próprio conversor. Dessa maneira, ele consegue identificar a parada do conversor e, no momento em que ele a identifica, age. Porém, se está envolvido com outras atividades, ele pode ter acesso a essa informação tarde demais.

Essa subatividade pode ser integralmente transferida para um sistema e é melhor desempenhada por um dispositivo técnico. Diante de tantas atividades realizadas pelo ativador e inúmeras variáveis a serem controladas, o sistema passaria a ser responsável pelo controle da interrupção de sopro do conversor. O operador teria, então, a informação precisa no horário correto do evento, o que lhe possibilitaria repensar as suas estratégias a partir daquele momento e não depois.

Lembre-se de que, ainda assim, há uma atividade remanescente. Mesmo que o sistema passe a executar a atividade de monitoramento, ainda cabe ao ativador manter ou trocar a panela quando julgar pertinente. Como visto nos casos apresentados, diversos são os motivos pelos quais o ativador pode trocar ou não uma panela diante de um evento. Por isso, ainda é dele a decisão de manter ou trocar painéis diante do evento, confrontando o fato com as situações do aqui e do agora.

Auxiliar a atividade humana é função do sistema de monitoramento. Quando é integralmente transferida para o sistema, significa a sua eliminação e do esforço cognitivo do operador. Além disso, uma máquina consegue exercer esse tipo de função de maneira mais perfeita, já que não se cansa fisicamente e fica longo tempo “esperando”, até que um evento ocorra para acusar a informação. Já o ser humano tem mais dificuldade em esperar durante longos períodos de tempo e se cansa facilmente. (BAINBRIDGE, 1987; SILVA E LIMA, 2000).

6.2.3 Gestão de alarmes em função das situações

Os alarmes são recursos utilizados nos sistemas para despertar a atenção, avisar, advertir o operador em relação a uma ação, a uma variável fora da faixa permitida, a uma situação insegura. Segundo o princípio tradicional da utilização de alarmes, a atenção do operador deve ser estimulada. De tempos em tempos ou quando ocorre um incidente, pressupõe-se que o operador deva ser alertado. Por consequência, alarmes acabam se tornando frequentes e compulsórios e, portanto, deve-se otimizar a utilização desse recurso, seja evitando o excesso deles, seja aproveitando melhor a sua eficácia (SILVA E LIMA, 2000).

A apresentação de alarmes aos operadores deve ser mais seletiva. É preciso que os critérios de filtragem e hierarquização tendo em vista a sua importância para o processo sejam mais flexíveis e menos impositivos, deixando certa margem de arbítrio para o operador. Em função da situação, cabe, pois, ao próprio operador estabelecer a prioridade, definir o intervalo de tempos de reenvio ou desativação do alarme. O sistema de alarmes pode não só se adequar às situações em que as oscilações são normais e não apresentam riscos, como também separar os alarmes conforme seu grau de importância de acordo com a situação (SILVA E LIMA, 2000).

“A filtragem e hierarquização dos alarmes não despreza o caráter impositivo dos alarmes: acentuam o seu significado.” (SILVA E LIMA, 2000, p.166). Quando os critérios de importância dos equipamentos e das situações guiam a escolha dos alarmes, o operador utiliza esse “recurso compulsório” de forma mais eficiente. Quando se ajustam bem às situações, esses alarmes são de grande ajuda para não sobrecarregar a memória de curto termo dos operadores, principalmente nos momentos em que eles estão ocupados com várias tarefas ao mesmo tempo (SILVA E LIMA, 2000).

É importante permitir que o próprio operador desarme os alarmes. De um lado, caso seja acionado um alarme que o avise quanto ao transporte de uma panela cheia e essa panela já tenha sido liberada do conversor, ele pode desativá-lo, uma vez que o aviso não faz mais sentido. Por outro lado, ele pode optar por deixar o alarme acionado até que consiga fazer com que a ponte rolante busque essa panela cheia. Se o alarme significa ou não uma informação relevante no momento da ação, cabe a ele julgar a necessidade de deixá-lo ativado. Isso permite que ele mesmo faça a gestão dos alarmes para não sobrecarregar-se com informações desnecessárias.

No estudo de caso realizado nesta pesquisa, pontos estratégicos nas atividades, que podem ser alertadas pelo sistema, foram identificados. Para mostrar a especificidade dos alarmes e as funções que geram diferentes consequências na atividade, eles foram divididos ainda em quatro tipos: alerta informativo, alerta para eventos, alerta para antecipar problemas e alerta-lembrete. Essas são as categorias para os alarmes que serão propostos para o ativador.

A seguir, serão discutidos cada um deles, apoiando-se no Quadro 5. Nele estão as subatividades que serão utilizadas para promover as discussões quanto aos alarmes.

Quadro 5 - Situações atuais e futuras para atividades que requerem alarmes

Atividade	Subatividades/ informações	Descrição	Situação atual *informações em negrito já se encontram no sistema	Situação futura	Natureza da intervenção	Substituição pelo sistema	Atividade remanescente	Consequências na e para a atividade
Atividade I: Escolher/manter painelas em ciclo para vazamento	(3) Vigilância	Se o horário de vazamento no sistema está atrasado, através do horário de carregamento de gusa e sucata o ativador passa a saber que o processo no conversor se iniciou e, com isso, o vazamento logo ocorrerá. Assim, ele decide qual panela enviar, em função do tempo que tem.	Através das câmeras de vídeo que mostram imagens do carregamento de gusa e sucata, o ativador consegue ver se o carregamento foi ou não efetuado. Se ele o vê no momento exato, confere o horário e memoriza. Se não, ele pode ligar para o conversor e checar o horário real.	O sistema alerta ao ativador quando houver o carregamento de gusa e sucata e disponibiliza a informação do horário real desse carregamento.	Disponibilização da informação, monitoramento e alerta informativo	Parcial	Definir qual panela irá para o determinado vazamento em função do horário real de carregamento de gusa e sucata no conversor. Antecipação de vazamento em panela acima do tempo de ciclo-padrão permitido.	O ativador conseguirá ter a informação do carregamento de gusa e sucata no exato momento em que ele ocorrer. Diminui a quantidade de variáveis às quais ele tem que monitorar. Auxílio no trabalho coletivo.
	(6) Monitoramento	A interrupção no sopro significa para o ativador atraso no vazamento do conversor e possibilidade de troca de panela.	Através das câmeras de vídeo, olhando para o conversor ou avisado pelo telefone, o ativador consegue saber se o sopro foi interrompido. Como tem outras atividades, ele pode identificar a interrupção do sopro tardiamente, perdendo a referência do momento em que ela ocorreu.	O sistema monitora o sopro do conversor e alerta ao ativador quanto à interrupção de sopro.	Monitoramento e alerta para evento	Integral	O ativador, diante da interrupção de sopro, pode optar por manter ou trocar a panela a qual ele já havia escolhido.	O ativador tem a informação de interrupção de sopro no momento em que ela ocorre, evitando que tenha que monitorar essa variável. Auxílio no trabalho cooperativo.
	(8) Vigilância	Se a panela deve ter válvula interna trocada, o ativador solicita à ponte rolante que a posicione no berço alto da Ala 1.	O ativador, com a informação de que a panela troca válvula interna , deve se lembrar de solicitar à ponte que posicione a panela no berço alto da Ala 1.	O sistema alerta ao ativador que a panela deve ser deitada no berço alto da Ala 1.	Alerta para antecipar problema	Parcial	Antecipação do possível problema de não haver berço disponível para a troca desse componente.	O ativador tenta garantir que o berço para troca de componente esteja disponível, auxiliando-o na regulação do tempo.
Atividade II: Escolher painelas de aquecedor	(19) Lembrança	O ativador tenta realizar o equilíbrio de painelas sempre que possível.	O ativador, quando vai escolher a panela de aquecedor, pode se lembrar ou não de realizar o equilíbrio.	O sistema lembra ao ativador de realizar o equilíbrio.	Alerta-lembrete	Integral	Julgamento da possibilidade de realizar ou não o equilíbrio de painelas.	Como não é sempre possível realizar o equilíbrio de painelas, o lembrete servirá para lembrar o ativador de checar esse aspecto.

Fonte: quadro elaborado pela autora

6.3.3.1 Alerta informativo

Como foi visto, o ativador exerce funções de vigilância que podem ser auxiliadas através do monitoramento, como é o caso da atividade de vigilância do horário real de carregamento de sucata e gusa em cada conversor (subatividade 3 do Quadro 5). Além disso, é possível que o sistema também o alerte quando, por exemplo, os carregamentos ocorrem. Como o ativador se guia com base no horário real do carregamento de sucata e gusa nos conversores através de imagens, caso não haja nenhum imprevisto, o sistema poderia alertá-lo quando esse carregamento ocorresse.

O alerta informativo indica que um fato ocorreu. Com esse alerta, o operador é informado no momento exato que o fato acontece. Dessa forma, ele consegue elaborar as estratégias para agir. Como no exemplo citado acima, no momento em que fosse disparado um alarme, o ativador começaria a pensar e a decidir qual panela poderia enviar para o conversor dadas as circunstâncias da área, como disponibilidade das panelas e das pontes rolantes.

É importante filtrar os alarmes informativos, pois Muitos fatos ocorrem diariamente em um processo produtivo. Se fossem criados alarmes para todos eles, isso sobrecarregaria o sistema com as opções que não são relevantes. É preciso identificar aquelas informações úteis, que fazem sentido no curso da ação. Quando o horário de vazamento previsto no conversor está atrasado em seu sistema, o ativador perde a referência dessa informação. Como depende desse horário para escolher uma panela para vazamento, ele fica vigiando as câmeras de vídeo para identificar quando os carregamentos ocorrem, o que o sobrecarrega em demasia. Inserir um alarme para alertar o operador do horário de carregamento o ajudaria na escolha da panela em função desse horário. Esse alerta faz sentido na sua atividade.

6.2.3.2 Alerta para eventos

Como vimos no capítulo 5, o ativador lida com uma grande variabilidade de tempo proveniente de diferentes áreas, que pode ser explicada por diferentes motivos. Os eventos que ocorrem também contribuem para essa variabilidade. Zarifian (1995, p. 23 *apud* Silva e Lima, 2000) define um evento como:

“Um evento é singular, no sentido forte do termo, na medida em que se trata de um acontecimento que não deveria estar na situação, embora aconteça dentro de uma situação. É algo que se situa fora da norma que descreve e avalia a situação questão em que surge, por assim dizer, com um “excesso de presença”.”

Os eventos “pegam de surpresa” os operadores. Esses tipos de acontecimentos surgem como algo que não cabe na normalidade, são estranhos ao funcionamento do processo e não deveriam fazer parte da situação. Dado que eles ocorrem, a urgência se instaura. Ou seja, onde se estabelecia um fluxo normal de acontecimentos, um evento provoca uma necessidade de “correr contra o tempo” para voltar à normalidade. Isso deve ser feito com urgência, já que qualquer evento é sinal de perda para o processo (SILVA E LIMA, 2000).

A interrupção de sopro (subatividade 6 do Quadro 5) é um evento nos conversores que impacta diretamente a atividade de escolher/ manter as painelas para vazamento. Ao final do sopro no conversor, processo que dura entre 17 e 18 minutos, a painela receberá o vazamento. A essa altura, o ativador já escolheu a painela para vazamento porque o cálculo da temperatura do aço, realizado no conversor, depende da temperatura dela. Com isso, se o sopro é interrompido e, caso a painela esteja excedendo o tempo de ciclo-padrão permitido, o operador pode optar por trocá-la, baseando-se nas demais informações de que precisa para tomar essa decisão. “O contexto do evento, a situação do aqui e do agora, o momento, adquire um forte valor para realizar o diagnóstico” (SILVA E LIMA, 2000, p.150).

A inserção de um alarme para esse evento é importante para o ativador. Atualmente, ele obtém essa informação olhando para o conversor, através das câmeras de vídeo ou é avisado pelo telefone. Dessa forma, ele tem que estar sempre atento para o caso de isso ocorrer. Como não é comum que isso ocorra, o ativador nunca espera que esse evento aconteça. O sistema passaria, então, a ser um auxílio de forma a alertá-lo do acontecimento e, com isso, ele poderia optar por manter ou trocar a painela.

6.2.3.3 Alerta para antecipar problema

“Sabe-se que o controle de processos contínuos não pode ser feito sem a antecipação permanente de sua evolução e tendências por parte do operador” (SILVA E LIMA, 2000, p. 149). Como visto no tópico de vigilância e monitoramento, uma das características da atividade de vigilância é antecipar os problemas. A partir do momento em que tudo está acontecendo normalmente, o ativador age para evitar que problemas apareçam.

Vimos, nos casos apresentados, que, quando vai fazer o cálculo do tempo que a painela leva para chegar aos conversores, o ativador inclui o tempo da etapa de preparação de painelas. No caso da painela 32, ele estimou entre 25 e 30 minutos para essa etapa, com base na troca de componentes. Ao abrir o sistema, o ativador se deparou com as informações de que as placas e

a válvula externa já haviam atingido o limite máximo do número de vida, ou seja, ambas já haviam recebido seis corridas e, portanto, deveriam ser trocadas.

Tendo em vista tempos-padrão das atividades preparação de painéis e checando qual troca de componentes seria efetuada na panela, ele estimou o tempo de chegada. Porém se antecipou: é possível que seja necessária a troca da válvula interna. Ele cogitou essa possibilidade porque viu, no sistema, que a vida dessa válvula era de 15 corridas. Apesar de esse tempo de vida ainda não estar no limite, que é de 24 corridas, quando chega à faixa de 15 e 16 corridas, ele considera a possibilidade de troca devido ao histórico das válvulas internas, que, muitas vezes são trocadas nessa faixa³². Mas ele não considera esse tempo, uma vez que não se faz necessária a troca desse componente e nada impede que essa válvula chegue às 24 corridas: tudo depende da inspeção a ser realizada na preparação de painéis.

Como vimos, a válvula interna foi trocada, o que elevou o tempo que o ativador havia previsto – de 25 a 30 minutos – para 35 minutos. Naquele dia, isso não foi considerado um problema já que o conversor ainda não havia iniciado o seu processo e o tempo ainda era suficiente para a panela chegar ao vazamento. Tendo em vista a possibilidade de troca dessa válvula, a panela foi colocada na área, em um dos locais em que é possível efetuar a troca. Isso significa que, se ele não tivesse tomado essa atitude, quando os operadores da preparação de painéis fossem trocar os componentes e se deparassem com a necessidade de troca da válvula, seria necessário trocar a panela de lugar. E quanto tempo essa manobra levaria? Haveria ponte disponível naquele momento? Ele conseguiria priorizar a panela?

Por esse motivo, a ideia é colocar um lembrete para ajudá-lo a antecipar possíveis problemas. A válvula interna é trocada apenas quando atinge as 24 corridas, limite de uso permitido pelo padrão. Dada a sua experiência, os operadores se antecipam a uma possível troca antes desse número. Como eles já perceberam que às vezes, com o número de 15 ou 16 corridas a válvula interna é trocada, seria interessante colocar um alarme lembrando ao ativador que as painéis alcançaram esse número de corridas. Assim, ele conseguiria programar-se para colocar as painéis nos locais onde a troca de válvula interna é possível.

Essa seria uma forma de se antecipar ao problema de ter que trocar a panela de lugar. Como o tempo é determinante, trocar a panela de lugar poderia levar à perda do tempo de ciclo, excedendo os 90 minutos perdidos. Feito o alerta, o ativador passaria a dar atenção a essa

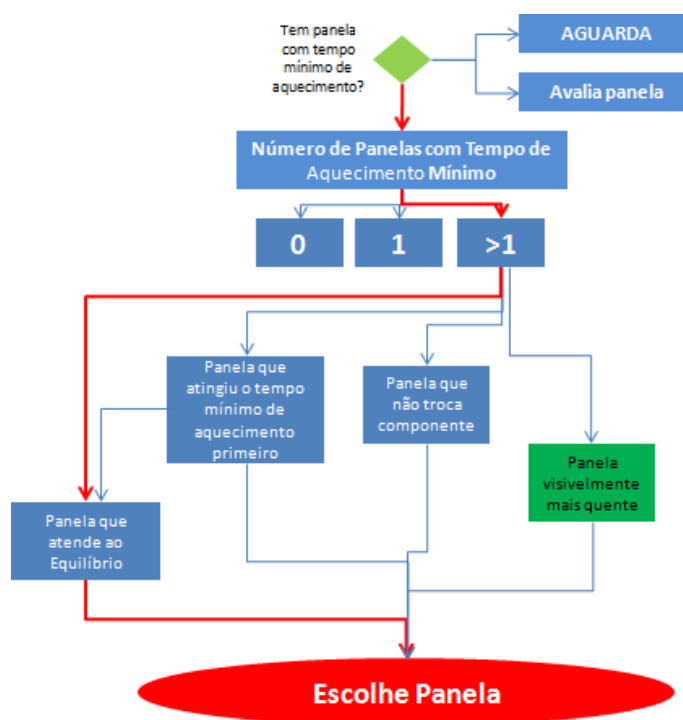
³² Ainda não foi identificada a causa pra isso acontecer. Portanto, não há como definir que em determinadas circunstâncias as painéis saem de operação com 15 ou 16 corridas.

possível troca, de forma a solicitar que as pontes rolantes já deixassem as panelas nos locais adequados.

6.2.3.4 “Pra gente não se esquecer!”: alerta-lembrete

No último caso apresentado, entre quatro opções, o ativador fez uso da panela 44 do aquecedor. Os critérios utilizados por ele foram: 1) panela com temperatura mínima de aquecimento permitida para ser utilizada no processo e 2) panela que atende ao equilíbrio de panelas, como mostra o caminho em vermelho da Figura 20. Ele tinha quatro opções de panelas no total e, entre elas, três já poderiam ser utilizadas, uma vez que já haviam atingido o tempo mínimo de aquecimento. Ele optou por escolher a panela que atendia ao equilíbrio.

Figura 19 - Regras de retirada de panela do aquecedor



Fonte: figura elaborada pela autora

O ativador abre a tela em que se indica o equilíbrio de panelas (Tabela 15) e explica a sua escolha – a panela 44 do aquecedor. Ele mostra que, pela tabela, as panelas 33, 39 e 27 estão com número de corridas superior a 100 corridas, totalizando um total de sete panelas (47, 42, 34, 39, 27, 46) com vida acima desse número e apenas cinco (31, 32, 41, 35, 44) com vida do revestimento abaixo de 80. Com isso, ele precisa colocar no ciclo panelas mais novas. Se muitas panelas antigas se mantiverem em ciclo por muito tempo, em algum momento elas

saíram de operação praticamente ao mesmo tempo. Como ficam dias em manutenção, a área permaneceria com número deficiente de painelas para operar.

Tabela 15 - Equilíbrio de painelas: tela acessada pelo ativador

Número de corridas da panela	Painelas em ciclo	Painelas no aquecedor	Painelas aguardando para aquecer	Painelas aguardando para reaquecer
0/9	31			
out/19				
20/29				43
30/39	32,41			
40/49				
50/59		44		
60/69				
70/79	35	33		45
80/89				
90/99				
100/109	47,42			
110/119	34			
120/129		39,27		
130/139	46			

Fonte: tabela reproduzida a partir do *print screen* da tela do SIPAN

Mas por que realizar o equilíbrio de painelas? Trata-se de uma oportunidade. Segundo o ativador, essa é uma das tarefas a serem realizadas por ele, mas isso não é sempre possível. Há casos em que a única panela com tempo de aquecimento mínimo permitido não atende ao equilíbrio. Porém, como é a única que já permaneceu o tempo necessário no aquecedor, ela é a que tem temperatura suficiente para ser utilizada e é a escolhida. Coincidentemente, a panela escolhida por ele era a que havia atingido, em primeiro lugar, tempo mínimo de aquecimento, o que gerou uma condição muito boa para a sua escolha.

Então, a escolha de painelas do aquecedor é um exemplo claro de um “problema não estruturado” (DREYFUS E DREYFUS, 2012). Houve várias tentativas, que não se concretizaram, de estruturar as possíveis escolhas do ativador através da correlação das variáveis em questão. Num mundo de variáveis que não se correlacionam de forma clara, cabe ao próprio ativador escolher, no momento da ação, qual caminho percorrer. Solucionar o problema “escolher panela do aquecedor” exige um nível de experiência que vai sendo adquirido com as práticas vivenciadas. Pode-se exigir que o ativador utilize algumas regras do tipo “escolha a panela que está há mais tempo acima do tempo de aquecimento”, mas essas

são “regras descontextualizadas” (DREYFUS E DREYFUS, 2012, p. 8), e ele só vai conseguir aplicá-las à medida em que for vivenciando as experiências na área.

Se ele tivesse de aplicar regras como se estivesse apenas “processando informações” – como acreditam Newell e Simon –, o sistema se depararia com *trade-offs*, os quais não seria capaz de resolver, como o exemplo já citado. Estruturado em forma de resenha, o exemplo ajuda a compreender com profundidade a escolha de painéis de aquecedor:³³

“Eu já tinha uma panela sendo preparada, mas o pessoal da preparação de painéis vai ter que retirá-la de operação. As painéis em ciclo não chegam a tempo, preciso recorrer ao aquecedor. Tenho duas painéis com tempo mínimo de aquecimento permitido para serem utilizadas: a panela que está há mais tempo no aquecedor é a melhor panela tecnicamente falando, mas ela necessita trocar o plugue, o que demora 45 minutos. A outra panela acabou de atingir o tempo mínimo, mas não é necessário trocar nenhum componente: em 15 minutos ela está pronta para o conversor. O conversor já está soprando e, daqui a 20 minutos, será o vazamento. Posso ligar pro conversor e verificar o horário do vazamento para ver se vai atrasar e utilizar a panela “boa” e, se não for atrasar, com certeza a outra opção é melhor.”

Os ativadores se veem diante de questões do tipo: escolho a panela que está há mais tempo no aquecedor, que seria a ideal, do ponto de vista dos padrões, ou a outra, que vai chegar a tempo para o vazamento? Vários elementos surgem do contexto para tomar uma decisão. Se uma panela sai de operação inesperadamente, o “espaço-problema”, que compõe a sua tomada de decisão, inclui a percepção que o operador tem do que é “dar tempo” e a ligação realizada para confirmação do horário de vazamento. Esses são os elementos que o levam a decidir pela panela que vai chegar mais rápido e que possui temperatura, ainda que tecnicamente falando, a outra panela fosse melhor. Em outro contexto, se houvesse tempo, ele poderia utilizar a panela que necessita trocar plugue.

Vários aspectos são, então, identificados nessa atividade que cabe ao ativador solucionar: resolver *trade-offs*, negociar, avaliar fisicamente a panela³⁴, os quais não se consegue enumerar, nem tampouco correlacionar de forma clara como os eventos se sucedem. O que lhe permite lidar com isso e agir em prol do processo é a experiência adquirida com a prática, com a qual ele aprende a identificar as melhores painéis nos momentos adequados. Se

³³ Exemplo baseado nos relatos dos ativadores ao autoconfrontar o caso da panela 44.

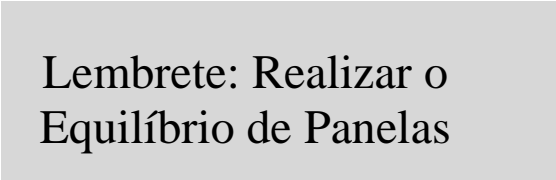
³⁴ O ativador olha para as painéis no ambiente físico e julga, pela cor avermelhada, que uma panela, que está no tempo ideal, no aquecedor está mais “escura” que outra que ainda não atingiu o tempo, o que indica que está mais fria e, portanto, ele opta pela que está com cor “incandescente”.

indicássemos ao ativador que a panela que deve ir para o vazamento é sempre aquela que atende ao equilíbrio de panelas, ele não faria “boas” escolhas, já que aquela que atende ao equilíbrio nem sempre é a melhor a ser utilizada.

Com isso, definir qual panela de aquecedor o operador deve utilizar se torna inviável, mas é possível ajudá-lo nessa atividade por meio de um sistema. Como vimos, o equilíbrio de panelas é uma tarefa que nem sempre é possível de ser realizada. Acontece que, dado o volume de atividades e de normas as quais deve cumprir, o ativador não se lembra exatamente de tudo o que tem para fazer e quais regras devem ser seguidas. Na correria do dia a dia, o telefone toca várias vezes, diversas são as variáveis a serem controladas, há um grande fluxo de pessoas na sua sala para troca de informações. Em consequência, ele acaba se esquecendo de identificar a oportunidade de realizar o equilíbrio de panelas.

É possível que a subatividade de se lembrar da realização do equilíbrio (subatividade 14 do Quadro 4) seja auxiliada pelo computador. Uma saída é fazer com que o sistema lembre o operador que busque atender ao equilíbrio, em vez de determinar que o ativador deva usar uma panela de aquecedor específica. A maneira do lembrete é sugerida pela Figura 21. Assim, caberia a ele optar ou não por escolher a panela que atendesse ao equilíbrio dadas as condições da área.

Figura 20 – Alerta-lembrete para o equilíbrio de panelas



Lembrete: Realizar o
Equilíbrio de Panelas

Fonte: figura elaborada pela autora

Alertas que servem como lembretes, em casos como o apresentado, trazem a aderência do sistema.

6.2.4 Auxiliando o trabalho coletivo

Roth (1997) aponta um estudo realizado na *London UndergradeLineControlRooms*, que examina a interação entre os seus membros. A princípio, a empresa queria que fossem colocados gráficos individuais privados na sala de controle, mas os pesquisadores não concordaram. Inserir os gráficos individuais teria interrompido o monitoramento mútuo da atividade dos colegas e criado novas demandas de comunicação. O grupo de pesquisadores

envolvidos descobriu que a abertura do ambiente físico da sala permitiria que os operadores tivessem uma visão compartilhada da área. Com isso, conseguiriam manter constantemente o conhecimento da atividade de cada um. A partir disso, construiriam a sua própria atividade sem precisar de comunicação explícita.

O ativador é o coração da Ala de Corridas. Como atende à demanda dos conversores (com painéis vazios) e das estações de tratamento e lingotamento (com painéis cheias), ele mantém contato com os operadores responsáveis por esses equipamentos. Seria um ledão engano pensar que o ativador precisa saber apenas sobre painéis, qual escolher ou não escolher.

A segunda atividade do grande grupo de atividades do Anexo I é acionar pontes rolantes para transportar painéis cheias. Objetivando levar as painéis aos destinos dentro do horário programado, o operador aciona essas pontes rolantes e as coordena, ou seja, ele é quem decide se determinada ponte busca determinada painél em determinado momento. Com a produção máxima e todos os equipamentos em funcionamento, são três as pontes rolantes para transportar todas as painéis em ciclo (com produção máxima, normalmente, são 12 painéis) e, caso haja alguma demanda, realizar o transporte das painéis fora de operação.

No item “A transformação da atividade”, sugerimos a disponibilização de informação da temperatura medida em cada estação: conversores, estações de tratamento e lingotamento. Quanto a isso, o ativador diz:

“Olha, eu sei que o pessoal mede as temperaturas no conversor, no RH... mas eu não sei como que tá. De repente, alguém liga, me pede a painél naquela hora e nem sempre dá pra ser naquela hora. Se eu puder ir vendo como é que tá, eu tento programar aqui pra levar essa painél mais rápido e aí já conserta [a temperatura] lá. Mas eu não sei, não tenho acesso [referindo-se ao sistema do conversor que mostra as temperaturas real e ideal de cada etapa]” (ativador)

Disponibilizar a temperatura real e ideal no sistema ajuda o trabalho coletivo. Hoje o ativador confere a temperatura ou é avisado a respeito dela, mas essa atividade pode ser realizada pelo sistema. Ele passa a conferir essa variável de forma que possa antecipar-se e acionar a ponte rolante até a estação, sem ser necessário que os demais operadores telefonem para solicitar a painél. Dessa maneira, a atividade do ativador e a atividade coletiva são melhoradas. A quantidade de ligações na sala de controle é grande e a disponibilização das temperaturas seria uma forma de contribuir com a diminuição dessa quantidade.

6.2.5 A participação do usuário na concepção de um dispositivo técnico transparente

O desenvolvimento do trabalho permitiu perceber a importância da participação efetiva na concepção de um sistema. Em primeiro lugar, se a análise da atividade é realizada com base em casos reais coletados na própria atividade, a melhor pessoa a quem recorrer é o operador. Quem realiza o trabalho tem capacidade de falar sobre ele e pode contribuir com o desenvolvimento do projeto. A vivência diária dos operadores na área permite que eles possam mostrar o estado real dos equipamentos, por exemplo, no sentido de ajudar a compreender se as intenções dos projetistas, para otimização do processo através de um sistema, irão, de fato, funcionar.

O operador será usuário e, portanto, um grande aliado no desenvolvimento das regras. Quando foi proposto o alerta-lembrete para o equilíbrio de painéis, um deles se pronunciou: “Tenta fazer algo que não vai travar a gente, se não vamos ter que ficar justificando tudo, toda hora, e a gente dá conta de fazer direito”.

A ideia de que o sistema deve substituir o operador pode levar à um dispositivo técnico difícil de operar (BAINBRIDGE, 1987). Quando disse que não se fizesse algo que pudesse travá-lo, ele esperava que a solução para a realização do equilíbrio de painéis não o impedisse de operar. Ele já sabia, com base em sua experiência, que não era possível atender à norma sempre. Se assim fosse feito – explicou –, teria sempre que ligar para os responsáveis pelo sistema a fim de que liberassem a escolha de outra panela, já que ele por si mesmo não conseguiria “fazer o sistema funcionar”.

É importante que os sistemas concebidos não sejam “caixas pretas” para o usuário. Normalmente, ao operar um sistema, os operadores têm acesso somente às decisões finais e aos resultados fornecidos e, quando é necessário fazer algum tipo de ajuste no processo, não conseguem agir (BAINBRIDGE, 1987; SILVA E LIMA, 2000). Assim, eles não lhes é possível realizar correções e ajustes nas máquinas, porque o sistema não permite que possam agir nesses tipos de situação. “Como a sua intervenção não foi prevista, eles [operadores] se vêm com frequência em dificuldade para ter acesso às informações ou às partes da instalação envolvidas.” (DANIELLOU, 1983, p.3)

Mas “a caixa preta pode ser aberta e pode se tornar uma “caixa de vidro””. (LAVE E WENGER, 1991, p. 102). É preciso dar “transparência” (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991, p. 73) ao sistema, ou seja, fazer com que os operadores tenham acesso às

regras que estão sendo utilizadas por ele. Dessa forma, ao serem confrontados com alguma decisão do sistema em relação à qual possuem dúvidas, eles podem checar os caminhos realizados pelo sistema e definir se seguem tais caminhos ou escolhem percorrer outros.

A transparência ajuda ainda no processo de melhoria do sistema. Quando o operador identifica nele uma decisão errada, pode sugerir modificações diante das dificuldades encontradas em situação. Assim, o sistema vai sendo melhorado cada vez mais e aproximando-se das situações reais com as quais eles se confrontam. Com isso, o sistema se torna, também, aderente às situações de trabalho.

6.2.6 Simulação do equilíbrio de painéis

A panela 48 recebeu o vazamento com 113 minutos de ciclo e o ativador não cogitou tirá-la de operação, antecipando-se a uma futura falta de painéis no turno seguinte. Por que retirar a panela 48 era um grande problema se a Ala de Corridas possui 25 painéis? Como se pode ver na Tabela 3, 11 painéis não estavam disponíveis (42, 32, 36, 37, 39, 44, 47, 30, 35, 40 e 38) e 14 poderiam ser utilizados na operação. Das 14 disponíveis, nove permaneciam em ciclo, quatro no aquecedor e uma aguardava para ser aquecida, pois já tinha sido liberada do seu último procedimento realizado a frio (corte de cascão).

Tabela 16 - Situação geral das painéis

Situação geral das painéis				
Situação	Panela	Vida do revestimento	Status	Observações
Disponíveis	27	10	Operando	
	28	20	Operando	
	33	3	Operando	
	34	2	Operando	
	41	59	Operando	
	43	110	Operando	
	46	63	Operando	
	48	133	Operando	
	50	129	Operando	
	29	66	Aquecedor	
	31	19	Aquecedor	
	45	121	Aquecedor	
	26	0	Aquecedor	
	49	107	Não operando (Em espera para aquecer)	Feito corte de cascão no fundo da panela.
Não disponíveis	42	65	Não operando	Revestimento geral
	32	87	Não operando	Parou para troca da sede de plugue
	36	0	Não operando	Trocar sede de plugue e cortar cascão a frio
	37	133	Não operando	Panela furada, sem previsão
	39	95	Não operando	Panela parada para trocar sede de plugue

44	98	Não operando	Parou para trocar sede de plugue
47	0	Não operando	Panela parada para troca da sede de plugue e revisão do k7
30	48	Não operando	Aguardando para cortar cascão a frio
35	96	Não operando	Parou para trocar sede de plugue
40	0	Não operando	Parou por fim de campanha, para trocar chapa de borda total
38	0	Não operando	Revestimento geral

Fonte: tabela reproduzida a partir do *print screen* da tela do SIPAN

No mesmo dia, como é rotina, aconteceu a “reunião de painelas”, às 09:00, em que se discutiu, junto com as empresas contratadas que realizam as manutenções a frio das painelas, o andamento das manutenções que estavam sendo realizadas nas painelas fora de operação. A painela 42 (grifada na Tabela 16) era nova, que estava aguardando para aquecer a sede de vazamento. Como seria realizado um teste em um dos seus componentes, a painela só seria disponibilizada depois de alguns dias, pois se fazia necessário que alguns engenheiros e técnicos acompanhassem o teste. É de se lembrar que painelas que sofrem esse tipo de reparo devem ficar, pelo menos, 18 horas no aquecedor. Por conseqüência, o retorno dela para às mãos do ativador demora.

As informações relacionadas ao retorno das painelas à área são importantes na operação do ativador. Em momentos como o do caso em questão, ele pode optar pela retirada de uma painela de operação, fundamentando-se em um conjunto de informações, como o número de painelas em ciclo e de aquecedor e a possibilidade de substituição da mencionada painela por outra que está retornando da manutenção.

Há uma grande imprevisibilidade nos processos de reparo a frio das painelas. Como eles são procedimentos realizados manualmente, por empresas contratadas, não se consegue precisar o tempo que cada painela leva para ficar pronta e voltar para a operação. O objetivo da gerência responsável é tentar agilizar os processos de manutenção, agendar e negociar a liberação das painelas o mais rápido possível. O ativador deve trabalhar com as painelas que estão disponíveis, sem contar com aquelas que estão se submetendo à manutenção, até que estas sejam liberadas. A saída da painela 48 deixaria a operação com apenas 13 painelas disponíveis por um período de dois dias, mas não seria possível mantê-la por mais tempo, além do que se conseguiu, por questões de condições do refratário, que não suportaria mais corridas, o que poderia gerar um grande acidente na área.

O equilíbrio de painelas é um trabalho em grupo. Assim, o ativador tenta atingir esse equilíbrio com as painelas em operação, enquanto os líderes *estaffs* cuidam das painelas fora de

operação. Muitas vezes, o líder indica ao ativador qual panela deve ser tirada da operação em primeiro lugar. Portanto, é de se ver que todos trabalham em conjunto.

Um simulador para equilíbrio de panelas ajudaria a todos os atores, que poderiam propor cenários para determinado número de corridas, o que eles deveriam fazer para atingir o equilíbrio, a entrada e a saída de panelas da operação. Dessa forma, seria possível simular quais caminhos seguir para alcançar um melhor equilíbrio, lembrando que nem sempre é possível mantê-lo de forma ideal.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 O sistema aderente e integrado como melhoria para a atividade do operador

Como os requisitos para projetar as atividades e informações partiram do curso da ação do operador, isso permitiu provê-los em aderência com a atividade. Com a inserção deles no sistema, o ativador, futuramente, ao se confrontar com situações similares às discutidas, conseguirá agir de maneira mais otimizada devido ao apoio do sistema.

É possível que se questione que os casos analisados foram muito específicos e, de fato, isso é verdade, pois é no aqui e no agora que o ser humano age quando as coisas acontecem. Os operadores lidam diariamente com diversas situações às quais têm que reagir a fim de encontrar as soluções para os problemas. Estudados esses casos, o que se tem é o encontro de situações reais, que eles vivem diariamente. Ao transferir essas atividades para o sistema, irão encontrá-las como ponto de apoio para exercer o seu trabalho.

Analisando os diversos casos citados, pôde-se identificar um modelo geral. Ao aprofundar as análises e encontrar aspectos em situação, posteriormente, levaram-se as regras encontradas a um parâmetro geral, para ver se elas poderiam ser aplicadas em “situações características” (THEUREAU, 2014). Então, quando foi identificado, em mais de um caso, que poderia ser realizado o cálculo do tempo de ciclo acumulado pelo sistema, reconheceu-se que essa atividade era realizada para todas as painéis que terminavam o seu lingotamento contínuo. Portanto, essa regra seria sempre utilizada por cada ativador em seu turno, já que ela se apresentou como um padrão na execução da atividade.

Ao se propor as intervenções discutidas anteriormente, a primeira questão fundamental era comoutilizar os recursos que um sistema pode prover de maneira eficaz. Assim, ao se transferirem as atividades para serem desempenhadas pelo dispositivo técnico, a prática do ativador poderia ser melhorada através de:

- diminuição do esforço cognitivo realizado no momento da ação;
- obtenção de informações mais precisas a respeito dos cálculos e de previsões de horários realizados por ele;
- recordação, em momentos estratégicos, de ações a serem executadas;
- diminuição do número de telefonemas para conferir informações;
- melhoria do trabalho em grupo;
- auxílio para a regulação do tempo na Ala de Corridas;

- auxílio na priorização de manobras com as pontes rolantes nas áreas.

Os operadores encontrarão, no dispositivo técnico, um ponto de apoio para exercer a sua atividade. Eles terão um instrumento mediador para melhorar a comunicação com eles mesmos, com outros atores e com o processo (FOLCHER E RABARDEL, 2007). Os operadores saberão que podem contar com o sistema aderente para exercerem o seu trabalho da melhor maneira.

7.2 O papel integrador da análise da atividade

Para o problema da escolha de painéis discutido nesta dissertação, abordagens tradicionais de concepção poderiam ser consideradas. Tratar esse problema com o tão conhecido “Tempos e movimentos” parece, a princípio, ser uma escolha razoável. Porém, ao analisar a atividade de escolher painéis do ativador, é possível perceber que exigir que ele coloque a panela em cima do carro de transferência com, no máximo 70 minutos (ideal do ponto de vista da parte técnica dos conversores), pode gerar, pelo menos, dois problemas. O primeiro é que nem sempre ele conseguiria fazer isso devido à variabilidade da área e à imprevisibilidade com que os eventos acontecem. O segundo problema é que o sistema exigira com que o ativador trabalhasse sob uma grande pressão, razão pela qual ele poderia sentir-se frustrado por não conseguir cumprir as orientações dadas - se é que conseguiria tal “façanha”.

A análise da atividade tem papel fundamental na concepção de sistemas, por evitar que problemas desses tipos aconteçam quando se coloca um sistema na atividade. Partindo dessa análise, em que o sujeito é observado em situação e depois são construídos os elementos da sua tomada de decisão, é possível chegar à conclusão de que, na maior parte das vezes, nem todo o conhecimento que as pessoas possuem é passível de ser formalizado e transferido para um sistema. A partir desse reconhecimento, a análise aprofundada da atividade permite definir o que se pode colocar em regras em um dispositivo técnico e quais as competências humanas ainda são necessárias para que o processo possa ser operado de maneira eficaz e eficiente.

Ao se categorizar as quatro naturezas de intervenção - disponibilização de informação, alarmes, monitoramento e simulação -, duas vantagens podem ser identificadas. Em primeiro lugar, um sistema é utilizado de maneira inteligente quando alivia a atividade, com base na identificação dos elementos coerentes com a realidade do trabalho. É nesse ponto que um dispositivo técnico deve ser levado em consideração para uso: quando desempenharia determinada função de maneira mais eficaz e eficiente do que o ser humano.

Ademais, compreende-se o papel que o ser humano passa a ocupar no sistema homem-máquina. Quando são identificadas quais atividades ele passará a desempenhar por meio da inserção de um dispositivo técnico, apreendem-se, também as competências ainda necessárias para que a atividade humana continue a ser efetuada com excelência. Em decorrência disso, o que se tem é o desenvolvimento da atividade para adaptar-se ao novo meio de trabalho, capacidade essa intrínseca do ser humano, que terá sua *performance* melhorada com a inserção desse dispositivo.

A consequência da análise da atividade para a concepção de novas tecnologias de trabalho é a integração entre o humano e o dispositivo técnico. Ser humano e máquinas passam a trabalhar em conjunto, de forma a alcançar os objetivos esperados para o processo produtivo. Eles estarão integrados e em harmonia com o objetivo de agir em prol da resolução das situações às quais forem confrontados.

7.3 Do tecnocentrismo à abordagem antropocêntrica: uma mudança paradigmática

O conceito de abordagem “centrada no ser humano”, definido na década de 70, é proveniente de uma concepção europeia, que contrasta com a forma taylorista de organização da produção. A sua proposta era colocar o ser humano, com suas competências, como o elemento central em um processo produtivo. Isso não significa que esse ser humano deva ser considerado isolado do sistema, mas, ao contrário, ele deve ser visto fazendo parte de uma interação entre seres humanos e máquinas em um modelo de produção colaborativo. Ao evocar essa abordagem na concepção dos dispositivos técnicos, foi possível desenhar uma rica variedade de tradições na Europa e a maneira como sistemas resultantes podem ser aqueles que estão de acordo com as diferentes culturas do continente (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991)

O termo “paradigma”, criado por Kuhn (1970, *apud* CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991) diz respeito aos sistemas conceituais que têm dominado o pensamento das comunidades científicas durante certos períodos específicos da evolução da ciência. Inicialmente, cada paradigma tem um papel positivo e progressista. Um paradigma pode ser, por um período, extremamente poderoso, claramente definindo não só o que a realidade é, mas também o que é possível e o que não é. Contudo, Kuhn proclamou que, mais cedo ou mais tarde, a pesquisa produziria dados incompatíveis com o paradigma dominante. (CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991)

Na produção de sistemas técnicos, a abordagem tecnocêntrica é um paradigma que ainda prevalece. Como foi visto na discussão teórica deste trabalho, ainda há uma visão que faz com que as máquinas sejam encaradas como o elemento confiável no processo, enquanto o ser humano precisa ser dispensado. A confiabilidade atribuída às máquinas é um pensamento que se instaurou nos processos de produção e guia a concepção dos dispositivos técnicos.

A Indústria 4.0 é um exemplo da esperança, proveniente desse paradigma, que se tem de “sumir” com o elemento-chave do processo: o ser humano. Enquanto os planos dessa tão sonhada Indústria não se concretizam, fazemos das automações industriais produtos aderentes. Os maiores centros de estudos da Inteligência Artificial ainda não conseguiram reproduzir o ser humano em sua completude – se é que é possível –, mas as empresas continuam a acreditar e a depositar confiança nos dispositivos técnicos, desconsiderando o quão essencial é o ser humano no elo entre processo e esses dispositivos. Como pensar em uma indústria sem intervenção humana se esse fator se mostra necessário diariamente?

A pesquisa realizada mostrou que os dados discordam do paradigma atualmente dominante - o tecnocentrismo. Ao se desprezar a forma com que o operador realmente realiza o seu trabalho, desconsidera-se também que “a realidade é sempre mais complicada do que qualquer teoria científica, até mesmo as mais sofisticadas”(CORBETT; RASMUSSEN; RAUNER, 1991, p.2). Este estudo foi desenvolvido de forma a apresentar como a abordagem antropocêntrica pode fazer das automações industriais automações mais aderentes à realidade do trabalho. A análise da atividade, ao evocar o posto de trabalho para a concepção de sistemas técnicos, é uma maneira de fazer com que essa abordagem possa emergir, para que seja instaurado um novo paradigma.

A pesquisa permitiu mostrar, tecnicamente, o quão coerente é conceber um sistema que tem como ponto de partida a atividade. É esperado que a abordagem utilizada e as discussões promovidas neste trabalho possam alcançar aqueles que almejam, de fato, encontrar novas formas de criar tecnologias aderentes à realidade do trabalho. Sabe-se que essa abordagem é recente e pode criar resistência – como experienciou a própria pesquisadora – diante daqueles que ainda têm seus pensamentos guiados pelo paradigma do tecnocentrismo. Cobertt, Rasmussen e Rauner (1991, p.2) expõe:

“Toda pesquisa que desafia o paradigma dominante tende a ser suprimida. O cientista que gerar dados controversos pode ser criticado e até mesmo isolado. Quando os novos dados se apoiam em estudos subsequentes e são confirmados por pesquisas independentes, a disciplina em questão se move

para uma crise em relação ao paradigma estabelecido. Surgem, do caos, diferentes alternativas, mais ou menos teorias “fantásticas”, e finalmente uma dessas emerge vitoriosa como um novo paradigma.” (tradução livre da autora)

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAINBRIDGE, L. (1983). *Ironies of Automation*. In: Rasmussen et al. *New technology and human error*. New York, John Wiley, 1987, p. 271-283.

BALADEZ, F. *O passado, o presente e o futuro dos simuladores*. Periódico Eletrônico da FATEC-São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, v.1, n. 1, Ago./Dez. 2009, p. 29 a 40.

CLOT, Y. *Trabalho e poder de agir*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. (Trabalho e Sociedade).

CORBETT, J.M.; RASMUSSEN, L.B.; RAUNER, F. *Crossing the Border: The Social and Engineering Design of Computer Integrated Manufacturing*. Springer-Verlag London. Londres. 1991

DANIELLOU, F.; LAVILLE, A.; TEIGER, C. *Ficção e realidade do trabalho operário*. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, n.17, v.68, p.7-13, 1989.

DREYFUS, H. L. *O que os computadores não podem fazer*. Rio de Janeiro: A Casa do Livro Eldorado, 1979.

DREYFUS, H. L.; DREYFUS, S. E. *Expertise Intuitiva: para além do pensamento analítico*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2012. (Ciência e Tecnologia).

DURAFFOURG, J. *Um robô, o trabalho e os queijos: algumas reflexões sobre o ponto de vista do trabalho*. Trabalho & Educação, v.22, n.2, p. 37-50, 2013.

FERREIRA, R. B. *Diálogo de surdos: a difícil explicitação do saber entre programadores de software e operadores de fábrica*. 2004. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2004.

FOLCHER, V.; RABARDEL, P. *Homens, artefatos, atividades: perspectiva instrumental*. In: FALZON, Pierre. *Ergonomia*. São Paulo. Edgard Blucher. 2007.

MOSIER; K.L. *Myths of Expert Decision Making and Automated Decision Aids*. In: ZSAMBOK, C. E.; KLEIN, G. *Naturalistic Decision Making*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, 1997, p. 319-330.

LAVE, J.; WENGER, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.

LIMA, F. P. A. *A formação em ergonomia: reflexões sobre algumas experiências de ensino da metodologia da análise ergonômica do trabalho*. In: KIEFER, C. et al. Trabalho – educação – saúde: um mosaico em últimos tons. Brasília. Fundacentro, 2001.

LIMA, F.P.; SILVA, C. A. D. *A objetivação do saber prático na concepção de sistemas especialistas: das regras formais à situações de ação*. In Duarte, F. (ed) Projeto e Produção. Rio de Janeiro: Lucerna. 2000.

LIMA, S. N. *O processo, a engenharia e o operador: compreensão técnica dos conflitos interprofissionais no controle de processos contínuos de produção*. Belo Horizonte. UFMG – Faculdade de Engenharia, 2015.

SOARES, R. Q.; LIMA, F.A.P. *A automação em sistemas de abastecimento de água: o que muda na atividade de vigilância?* Universidade Federal de Minas Gerais. ABERGO. 2006.

SCHWARTZ, Y. R. *Produzir saberes entre aderência e desaderência*. Educação Unisinos, 2009, p.264-273.

SILVA, C. A. D.; LIMA, F. P. A. *A objetivação do saber prático em sistemas especialistas e atividade de vigilância: um estudo de caso na indústria cimenteira*. In: DUARTE, F. Ergonomia e projeto. Rio de Janeiro. Lucerna. COPPEE. 2000.

MOSIER, K. L. *Myths of Expert Decision Making*. In: ZSAMBOK, C. E.; KLEIN, G. Naturalistic Decision Making. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, 1997, p. 319-330.

ROTH, E.M. *Analyzing Decision Making in Process Control: Multidisciplinary Approaches to Understanding and Aiding Human Performance in Complex Tasks*. In: ZSAMBOK, C. E.; KLEIN, G. Naturalistic Decision Making. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, 1997, p. 121-130.

SIMON, H. A.; NEWELL, A. *Human problem solving: The state of the theory in 1970*. American Psychologist, v.26, n. 2, p.145-159, 1971. In: FARAH, J. M. O processo de resolução de um problema industrial: as implicações da experiência na configuração do espaço problema. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) –

Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2017).

SIMON, H. A. *The Structure of Ill Structured Problems*. Artificial Intelligence, v. 4, p 181-201, 1973.

TAROZZI, M. Tradução Carmem Lussi. *O que é a GroundedTheory? Metodologia de pesquisa e de teoria fundamentada nos dados*. Petrópolis: Vozes, 2011.

THEUREAU, J. *O curso da ação: método elementar. Ensaio de antropologia enativa e ergonomia de concepção*. Belo Horizonte: Editora Fabrefactum

ANEXO I