

CAPACITAÇÃO DA TRIPULAÇÃO DOS SUBMARINOS DA CLASSE “RIACHUELO” DA MARINHA DO BRASIL NO CENÁRIO DA TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA DO PROSUB



Capitão de Corveta Henrique Ribeiro Menezes

1. INTRODUÇÃO

A Marinha do Brasil (MB) protege a “Amazônia Azul”, que é patrimônio nacional e estratégico para preservação das fontes de recursos naturais e do comércio, conforme a sua missão constitucional. Investimentos em tecnologias de defesa para patrulhar e monitorar esses recursos impulsiona a inovação e beneficiam a sociedade (BRASIL, 2024). Nesse contexto, a MB lançou, em 2009, o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), um programa de desenvolvimento industrial e tecnológico na defesa nacional (BRASIL, 2022).

Portanto, o cerne deste estudo está na análise da capacitação da tripulação dos submarinos classe “Riachuelo” (SCR), buscando assegurar sua efetiva manutenção, durante a transferência de tecnologia no acordo militar entre Brasil e França (2008) no PROSUB, bem como propor um conjunto de Boas Práticas (BP) de adestramento no simulador de sistema *Computer Based Training* (CBT).

A escassez de conteúdo sobre o uso de simuladores CBT na capacitação de tripulação na MB durante a transferência de tecnologia realça a relevância desta pesquisa, apresentada por meio do presente artigo, e contribui para a literatura ao explorar um tema pouco abordado. O plano metodológico adotado no estudo foi de natureza exploratória, mediante a aplicação de métodos qualitativo e quantitativo na avaliação dos dados.

Os resultados deste trabalho podem subsidiar decisões no desenvolvimento normativo, tanto às especializações futuras do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais Submarinistas (CASO), quanto do Curso de Subespecialização de Submarinos para Praças (C-SubEspec-SB), além de otimizar adestramentos no Centro de Instrução e Ades-

tramento Almirante Átila Monteiro Aché (CIAMA) e a implementação de BP no simulador CBT.

Para isso, o artigo será estruturado em: contextualização, coleta e análise dos dados, metodologia, resultados e conclusão.

2. A CAPACITAÇÃO DA TRIPULAÇÃO DOS SCR NA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Num cenário contínuo de transferência tecnológica, a capacidade de absorção de tecnologia resulta, em especial do capital gerencial e técnico acumulado ao longo de anos, devendo ser capaz de manter-se mesmo com a alteração de equipes e perda de memória técnica (FREITAS, 2014).

Dessa maneira, este artigo buscará apresentar sugestões das práticas do simulador CBT, que visam preservar o conhecimento absorvido na transferência de tecnologia durante a capacitação e formação da tripulação dos SCR, um desafio constante para os militares envolvidos.

A primeira tripulação do S-BR1 (Submarino *Riachuelo*) e do CIAMA foi capacitada pela *Défense Conseil International Group* (DCI), organização francesa responsável pela transferência do *know-how* por intermédio do acordo PROSUB, assinado em 2009. Essa capacitação foi realizada no CIAMA em Itaguaí (RJ) e teve durabilidade aproximada de dois anos e quatro meses, qualificando os primeiros instrutores, que capacitaram as tripulações subsequentes (BRASIL, 2022).

Em 2024, ano de execução desta pesquisa, as tripulações dos S-BR1 e S-BR2 (Submarino *Humaitá*) haviam concluído a capacitação, a do S-BR3 (Submarino *Tôneler*) estava em qualificação e a do S-BR4 (Submarino *Angostura*) em seleção.

3. A CAPACITAÇÃO NO SIMULADOR DE SISTEMA CBT

A capacitação de submarinistas com emprego de simuladores pelo CIAMA é realizada há mais de quatro décadas (AMARAL, 2019, p. 23). Ela é dividida em três fases: (1) Fase preliminar, (2) Fase “A” teórica e (3) Fase “B” prática. Este estudo aborda em específico a fase “A3”, ou seja, o transcurso do simulador de sistema CBT e suas relações com as demais fases.

No contexto militar, a simulação é fundamental para o treinamento, pois minimiza riscos e reduz custos no uso de equipamentos reais, segundo Vasco e De Moraes (2020, p. 138). Para isso, o treinamento baseado em computador, CBT, é uma modalidade *e-learning* que utiliza mídias externas, que permite a replicação de processos de aprendizagem (BESERRA e MELLO FILHO, 2014, p. 56). Portanto, a eficiência do CBT reside na simulação realista da imersão, ferramenta para o conteúdo instrucional.

O CBT permite que o instrutor gerencie a simulação com controle e monitoramento do treinando, com a possibilidade de geração de mais de 4 mil cenários de resolução, de acordo com Alves (2019, p. 87). Alguns exemplos desses cenários, são: o controle do motor de propulsão elétrica, o sistema de ventilação e o sistema das baterias para a operação no modo local e remoto.

A estrutura do CBT (Figura 1), no CIAMA-Itaguaí, é composta por estações, sendo uma constituída pela estação central de controle, e as outras oito por estações de ensino independente, com quatro monitores que exibem os *layouts* dos equipamentos e dos sistemas, apresentados em 2D. Os outros monitores apresentam o ambiente a bordo em 3D, que fazem o papel de familiarização

especial na realização de procedimentos simulados (DOS SANTOS e JUNIOR, 2024, p. 10).

Em suma, simuladores têm possibilitado o treinamento dos recursos humanos com incremento de técnicas e ferramentas empregadas. As cabines que simulam a condução de submarinos constituem apenas uma parte do amplo espectro das atividades nos simuladores (FILHO, 2015, p. 39).

Além de todas essas particularidades, na perspectiva de Filho (2015, p. 56), o CBT “é uma proposta de custo muito reduzido e de alcance digno de realce, dado o caráter preventivo que possui sobre as possíveis causas de sinistros”.

Logo, para otimizar a transferência tecnológica, instrutores e tripulantes dos SCR necessitam adaptar-se ao simulador CBT, utilizando-o para aprimorar a qualificação e implementar BP na manutenção do conhecimento.

4. AS BOAS PRÁTICAS NO SIMULADOR CBT

O levantamento das BP no CBT pode otimizar a capacitação no CIAMA-Itaguaí, desde que instrutores e tripulantes percebam melhorias nos adestramentos. Assim, para



Figura 1: CBT.

nortear a listagem das BP, algumas etapas foram seguidas, como: definição dos benefícios das BP, tratamento para detectá-las e uso de critérios para classificá-las. Essas duas últimas estão detalhadas no item seguinte.

Neste estudo, a definição dos benefícios das BP está baseada no guia de Gestão do Conhecimento da *Swiss Agency for Development and Cooperation*, SDC (2009, p. 47) – Agência Suíça para o Desenvolvimento e Cooperação –, que argumenta: “A essência de identificar e compartilhar BP é aprender com os outros e reutilizar o conhecimento”.

Desse modo, no cenário da pesquisa, o compartilhamento do conjunto de BP possibilitou a adequação ao que é definido do treinamento no CBT, de acordo com Dos Santos e Junior (2024, p. 10): abordagem dos riscos a bordo, familiarização espacial e personalização do aprendizado a partir de qualificação individualizada.

5. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Na fase inicial do estudo, a coleta de dados foi realizada mediante entrevista aos instrutores e tripulantes do S-BR2 e do S-BR3 pré-selecionados, que descreveram práticas, procedimentos e ferramentas adotadas na capacitação. Os relatos apresentaram padrões de importância onde as práticas relacionadas foram objeto de reflexão, devido a aderência e a repetição desses relatos.

Após essa constatação na entrevista, foi necessário discernir quais elementos da abordagem e dos métodos em uso representavam realmente essas práticas. Esse processo e etapa foram definidos como tratamento para determinação das BP e incluiu revisões pós-ação, coleta de conhecimento e entrevistas.

Por fim, o uso de critérios para classificar as BP foi adotado como parâmetro para avaliar a adequação do simulador CBT aos processos relacionados às capacitações da tripulação dos SCR, buscando aperfeiçoar a interação entre os militares e o ambiente de trabalho, como temperatura e luminosidade no local de capacitação, entre outros. Alguns desses critérios utilizados foram: segurança, eficiência, confiabilidade, usabilidade e conforto.

Com isso, o estudo dividiu-se em três fases, detalhadas no item seguinte da aplicação metodológica. A primeira

consistiu na aplicação de um modelo metodológico de pesquisa qualitativa, a *Grounded Theory* (Teoria Fundamentada nos Dados – TFD). A segunda fase extraiu a substância da categoria principal, obtida na primeira fase, para formulação das BP, subsídio para a terceira fase, que utilizou o modelo quantitativo de pesquisa, a Teoria dos Conjuntos Fuzzy ou Lógica Fuzzy.

6. METODOLOGIA

A metodologia TFD busca construir uma teoria específica por meio de etapas combinadas, para um contexto pré-existente (GOULDING, 2002), da capacitação da tripulação dos SCR. Para isso, a aplicação da TFD ocorreu percorrendo a análise indutiva, constante, interpretativa e categorizada dos dados coletados.

A comparação constante e a codificação dos dados determinaram agrupamentos em categorias. A categoria principal, “Adestramento no Simulador”, está alinhada ao objetivo da pesquisa, sendo apresentada no Gráfico 1 junto das categorias centrais, que também emergiram.

Concluída essa etapa de categorização, formulou-se um modelo teórico por intermédio da TFD, com apropriação de conhecimentos, orientação para ações futuras e fortalecimento do ensino, principalmente no adestramento, em específico no CBT, ferramenta essencial para manutenção da qualificação da tripulação dos SCR.

Na segunda fase do estudo, o “Adestramento no Simulador” subsidiou a construção de uma lista com 14 BP, hierarquizadas por grau de importância, pela metodologia quantitativa da Teoria dos Conjuntos Fuzzy na terceira fase, permitindo avaliar a manutenção da capacitação da tripulação dos SCR no CBT.

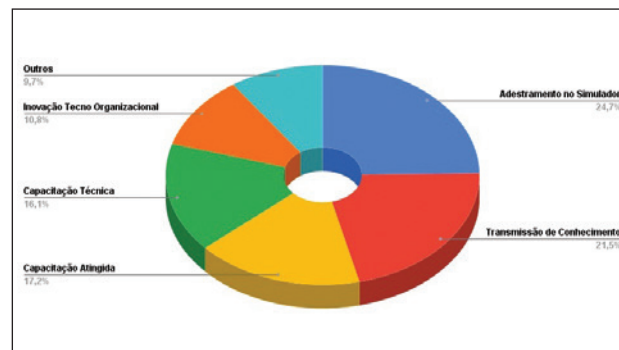


Gráfico 1: Categoria Principal e Centrais.

A Teoria dos Conjuntos Fuzzy trata modelos matemáticos nebulosos, que, segundo Chamovitz e Cosenza (2010, p. 6), possibilitam direcionar a uma tomada de decisão no auxílio de problemas complexos que fazem uso de juízo de valor, como o enquadrável na valoração das BP identificadas no estudo.

Portanto, a justificativa adotada neste estudo para utilização da Lógica Fuzzy, baseada nas pesquisas de Hsu e Chen (1996, p. 279), foi devido à natureza indefinida e subjetiva das BP, pois lida com a imprecisão de opinião e julgamento humano, que, nesse caso, dependem do ponto de vista e apreciação dos especialistas entrevistados.

Nesse cenário, a aplicação do Fuzzy na pesquisa teve um enorme valor prático, pois tornou possível a inclusão da experiência dos especialistas como requisito para a transformação de suas opiniões em valores numéricos. Esse processo, segundo Chamovitz e Cosenza (2010, p. 6), é definido como valoração das BP. Por conseguinte, as 14 BP obtidas foram ordenadas de forma decrescente, de acordo com seu respectivo grau de importância, baseadas nas pesquisas de Neves (2014), conforme detalhadas no Gráfico 2.

A determinação do grau de importância às BP no Gráfico 2 fornece informações para integração e formação do senso comum, segundo Hsu e Chen (1996, p. 285). Em vista disso, a aplicação do método Fuzzy fornece uma maneira sistemática e objetiva de agregar opiniões individuais na tomada de decisão do grupo, por meio de um consenso em comum construindo um sistema hierarquizado, com a proposta de melhoria do adestramento no simulador CBT.

Em síntese, essa abordagem quantitativa na pesquisa trata os dados subjetivos das BP ao tema central do estudo, a capacitação da tripulação dos SCR, hierarquizando-as, como demonstrado na Figura 2.

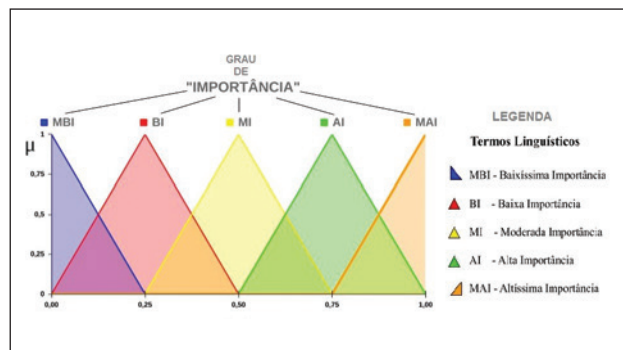


Gráfico 2: Graude importância das BP.

As 14 BP listadas anteriormente estão associadas ao adestramento no CBT e se tornam elementos essenciais, em ordem decrescente de importância, para o auxílio na tomada de decisão no simulador.

Por fim, a junção dessas três etapas aplicadas por meio das metodologias apresentadas no trabalho permitiu responder à questão central do estudo – a efetiva manutenção da capacitação da tripulação dos SCR durante a transferência de tecnologia –, assim como propor BP relacionadas ao adestramento no CBT e, com isso, levar a alguns resultados e conclusões desenvolvidas a seguir.

7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

De acordo com o fluxograma da Figura 3, a análise dos resultados foi definida a partir das metodologias aplicadas. O destaque no resultado inicial deu-se com a construção da teoria fundamentada pela descoberta da categoria principal “Adestramento no Simulador” CBT, com ênfase na identificação do grau de importância das 14 BP avaliadas, conforme visto na Figura 2.

Esse resultado permitiu avaliar qualitativamente as percepções de como a capacitação estava sendo desenvolvida pela tripulação dos SCR, porque pelas BP elencadas levantaram-se assuntos relacionados ao CBT, como: criação de qualificações para funções a bordo; possibilidade de obter benefícios com as qualificações para os serviços no mar e no porto; acesso flexível para a prática de treinamento no CBT; personalização de simulação de cenários em sistemas específicos de acordo com a necessidade da tripulação; preparação individual do submarinista para a próxima etapa no simulador *Diving*; entre outros.

O tratamento dos dados que listaram as 14 BP pelo grau de importância determinado pelos especialistas foi o ponto de conexão para as análises resultantes da lógica Fuzzy, como demonstrado no fluxograma da Figura 2.

A principal contribuição deste trabalho reside na riqueza dos resultados detalhados pelo Fuzzy, que permite, por meio da flexibilização de sua aplicação no contexto do CBT, transformar opiniões e relatos em modelos numéricos, quantificando e hierarquizando as melhores práticas a serem aplicadas na capacitação da tripulação dos SCR no CBT.

Em resumo, os resultados obtidos visam ao desenvolvimento de recursos humanos capazes de conduzir e instruir novos submarinistas nas novas tecnologias relacionadas aos submarinos brasileiros, em especial nos simuladores CBT.

Boas Práticas (BP)	Ordem de Influência
Durante a qualificação dos submarinistas no CBT os instrutores avaliam as manobras e o conhecimento das páginas do IPMS.	0,95
Os treinamentos no CBT proporcionam práticas para qualificação do serviço no porto.	0,93
As atividades realizadas a bordo do submarino em construção podem ser substituídas para serem realizadas no CBT reduzindo o impacto do submarino ainda não estar pronto para capacitações a bordo.	0,93
Iniciar a capacitação com as versões atualizadas do CBT permitem garantir a fidelidade do treinamento.	0,91
Os instrutores do CIAMA exploram a capacidade de treinamento individual do CBT para o Departamento de Máquinas proporcionando uma preparação para atuar em equipe no Diving.	0,87
Além das aulas previstas no CBT havia treinamentos extras em horários vagos	0,87
A criação das certificações com exercícios de emergência.	0,85
A constituição prática da avaliação final no CBT é a combinação de avarias e incidentes que possam ocorrer a bordo.	0,84
Os instrutores criam cenários de adestramento do SCR para os submarinistas se qualificarem.	0,83
A formalização do Adestramento no CBT (ADE CBT) contribui para a estruturação do treinamento e certificação de militares para serviço no porto e no mar.	0,83
A constante comparação do simulador CBT a um jogo de entretenimento propõe inovações ao treinamento.	0,8
A operação do CBT permitiu a integração ao navio de militares que assumem funções isoladas a bordo minimizando o raro acesso a outros compartimentos de bordo.	0,77
A DCI (empresa francesa) priorizava a operação do IPMS quando havia a possibilidade de usar a estrutura do CBT.	0,68
O estudo de implementação de um curso de Controlador Lógico Programável (CLP) para a construção de mais cenários no CBT.	0,58

Figura 2: Hierarquização das BP.

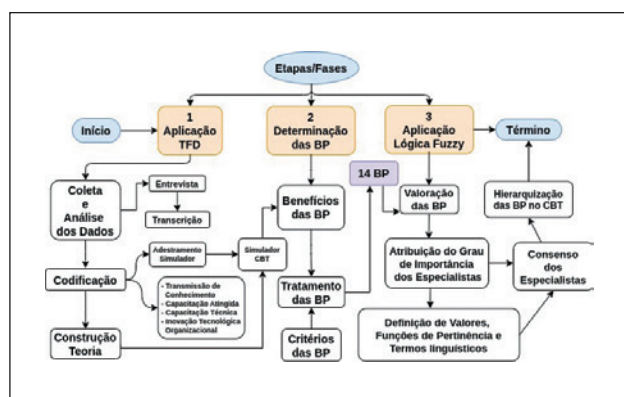


Figura 3: Fluxograma da apresentação dos resultados.

CONCLUSÃO

Esse trabalho identificou alguns enfrentamentos de questões relacionadas à capacitação, tecnologia e estrutura organizacional das tripulações dos SCR na transferência de tecnologia entre Brasil e França no PROSUB.

O estudo enfrentou o desafio de abordar a manutenção efetiva da capacitação na transferência de tecnologia, um tema que envolve Relações Internacionais e Defesa Nacional, áreas com informações sensíveis. Desse modo, conforme Vidal ([s.d.], p. 21), “o fornecimento de tecnologia por terceiros dificilmente se dá de forma integral”.

Esses fatores e algumas dificuldades linguísticas e organizacionais no processo, aliadas à didática francesa, impactaram a qualificação da primeira tripulação. Tais fatos geraram percepções e ações dos instrutores e tripulação quanto a transmissão do conhecimento para as próximas tripulações. Uma dessas ações, em resposta às dificuldades de compreensão do conteúdo transmitido pelos franceses,

surgiu de forma orgânica nas etapas iniciais da transferência.

A tripulação dos SCR, recebedora da tecnologia francesa, reunia-se antes e após as aulas dos franceses, com propósito de debater e discutir o material apresentado. Nesse contexto estratégico de “aula extra”, surgiu um grupo composto por oficiais e praças com *expertise* no conteúdo em questão, que viabilizou dúvidas e esclarecimentos para compreensão dos sistemas de bordo, em especial os de automação. A lista das BP na Figura 2 exemplifica esse esforço adicional, com aulas extras além dos treinamentos regulares no CBT.

Identificadas, portanto, como uma BP, as aulas extras atenuaram as dificuldades linguísticas, demonstrando sua relevância como uma solução para o contexto da pesquisa.

Como contribuição futura ao Departamento de Ensino do CIAMA, recomenda-se a inclusão de gestão organizacional específica para a criação de material didático com uma linguagem técnica acessível e em português no planejamento de novos treinamentos.

A MB, por meio do CIAMA, tem em mãos um caminho de possibilidades para conduzir a manutenção da capacitação e desenvolver ações futuras com a tripulação dos SCR, fortalecendo a instrução e adestramento nos simuladores CBT, peça-chave para manter as tripulações qualificadas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. R. O. Novos Simuladores do CIAMA em Itaguaí. **O Periscópio**, Niterói, n. 70, p. 1-140, 2019.
- AMARAL, R. C. F. 3º Seminário de segurança de submarinos. **O Periscópio**, Niterói, n. 70, p. 1-140, 2019.
- BESERRA, M. T. F.; MELLO FILHO, M. O. de C. Treinamento baseado em computador em apoio a segurança da cadeia logística portuária. *In*: Simpósio de pesquisa operacional e logística da marinha, 17. 2014, Rio de Janeiro. **Blucher Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2014. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/treinamento-baseado-em-computador-em-apoio-a-segurança-da-cadeia-logística-portuária-9918>. Acesso em: 1 mar. 2025.

FRANCISCO, T. C. Submarino “Riachuelo” reforça a soberania do País na Amazônia Azul. **Agência Marinha de Notícias**, 1 set. 2022. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/prosub/node/354>. Acesso em: 1 mar. 2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. Amazul. **O que fazemos:** Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB). 2024. Disponível em: <https://www.amazul.mar.mil.br/o-que-fazemos/programas#programa-de-desenvolvimento-de-submarinos>. Acesso em: 1 mar. 2025.

CHAMOVITZ, I.; COSENZA, C. A. N. Lógica Fuzzy: alternativa viável para projetos complexos no Rio de Janeiro. *In: PROFUNDÃO: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UFRJ*, 14., 2010, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010. Disponível em: http://api.adm.br/artigos/wp-content/uploads/2010/10/artigo_2010_profundao_final_.pdf. Acesso em: 1 mar. 2025.

DOS SANTOS, A. C.; JUNIOR, J. G. C. A evolução tecnológica dos recursos instrucionais na formação dos novos submarinos. **O Periscópio**, Niterói, n. 75, p. 1-105, 2024.

FILHO, I. de O. **A situação atual da indústria de defesa nacional:** desafios enfrentados pelo setor de simuladores de emprego militar. 2015. 96f. Monografia (Pós-MBA Lato Sensu em Gestão Internacional) - Instituto COPPEAD, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

FREITAS, E. de S. **A busca da grandeza:** Marinha, tecnologia, desenvolvimento e defesa. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 480p. 2014.

GOULDING, C. **Teoria fundamentada nos dados:** um guia prático para gestão, negócios e mercado pesquisadores. Londres: SAGE Publications Ltd, 2002.

HSU, Hsi-Mei; CHEN, Chen-Tung. Aggregation of fuzzy opinions under group decision making. **Fuzzy sets and systems**, n. 79, 1996. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=27add88434519e034351a1c049c19fcfaef79a0>. Acesso em: 5 mar. 2025.

NEVES, J. C. B. **A integração da ergonomia aos sistemas de gestão e governança corporativos:** definição de um modelo de gestão assentado em boas práticas. 2014. 122f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SWISS AGENCY FOR DEVELOPMENT AND COOPERATION SDC. **The SDC's guidance on governance.** Bern: Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), 2009. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.eda.admin.ch/dam/deza/en/documents/die-deza/strategie/SDC-governance-guidance-web_EN.pdf&ved=2ahUKewjpm6TGofGMAxWEppUCHcm9JLYQFnoECBYQAQ&usq=AOvVaw2nVKqatLRPNo3wUKGIbCNw. Acesso em: 5 mar. 2025.

VASCO, V. R.; DE MORAES, C. C. Tríplice Hélice: simulação nas Forças Armadas brasileiras. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 140, p. 1-320, abr./jun. 2020.

VIDAL, M. C. **Guia para análise ergonômica (AET) na empresa:** uma metodologia realista, ordenada e sistemática. Manuscrito pessoal de obra esgotada depositado. Reprodução proibida nos termos da Lei. [S. l.], [20--?].